

100. 0.

48.



48.







Teremt. 0.48.

649.

16

M. ACADEMIA  
KÖNYVTÁRA

# TERMÉSZETTAN ELEMEL.

IRTA

**JEDLIK ÁNYOS ISTVÁN.**

SZ. BENEDEKI REND' PANNONHALMI TAGJA, ÉS A PESTI K. EGYETEMNÉL  
TERMÉSZETTAN' TANÁRA.

---

Szöveg közé nyomatott számos fametszetekkel.

ELSŐ KÖNYV.

**A SÜLYOS TESTEK' TERMÉSZETTANA.**

---

**PESTEN.**

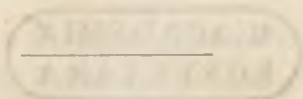
A SZERZŐ' SAJÁTJA.-

1850.

# SULYOS TESTEK' TERMÉSZETTANA.

IRTA

**JEDLIK ÁNYOS ISTVÁN,**  
SZ. BENEDEKI REND' PANNONHALMI TAGJA, ÉS A PESTI K. EGYETEMNÉL  
TERMÉSZETTAN' TANÁRA.



Szöveg közé nyomatott 384 fametszettel.

---

**PESTEN,**  
EMICH GUSZTÁV' BIZOMÁNYA.  
1850.

M. ACADEMIA  
KÖNYVTÁRA

Nyomatott Pesten, Eisenfels' könyvnyomdájában.



## Előszó.

---

A természet' alapos ismeretének mind anyagi jólét- mind szellemi képzettségre hathatós befolyása általánosan elismerve levén, tanári állásomnál fogva kötelességemet vélem teljesíteni, midőn részint hallgatóim' könnyebbségeül, részint az olvasó közönség' használhatásaul ezen munkámat közre bocsátom.

Minthogy ebben a roppant terjedtségű természettannak ugyszólván csak vázlata foglaltathatik; azért *Természettan' elemei*-nek nevezém el. — Foglalatának meghatározásában nem követtem azon tanár urak' példáját, kik saját körülményeiknél fogva, kézikönyveikben a *vegytan* és ugynevezett *alkalmazott mennyiségtan'* (Mathesis adplicata) tárgyalására nem terjeszkednek ki. Nekem ezek közül egyikét sem lehetne mellőznöm; mert a legszorosabb értelemben vett természettan' kellő felfoghatására elkerülhetlenül szükséges vegytani ismeretek' előadásával sem az egyetem' bölcsészeti karánál, sem egyéb főiskoláknál ekkoráig különös tanár nem foglalkozik; az alkalmazott mennyiségtan' előadása pedig egyetemünknel szintén a természettani tanár' kötelességeül van kijelelve. — Ezen egymástól annyira elűlő tanulmányoknak a természettan' tárgyalásával akképi összolvasztására, miként avval mintegy nélkülözhetlen kapcsolatban jelenjenek meg, fordítám különösen figyelmemet. Mind e mellett munkám nem szűnik meg használható lenni

(ha különben használatra érdemesítendnék) azon körülményekben is, melyekben a vegytannak bármely rövid kivonata is fölöslegesnek látszanék, az alkalmazott mennyiségtan pedig a betűvetés' és mértan' tanára által adatnék elő; mert ezen esetben az I. Rész' II-dik Szakaszának I. Fejezete után azonnal a II. Rész lenne következendő. Azonban nem mellőzhetem hallgatással, hogy ott, hol a természettan' előadására ezen munka választatnék segédeszközü, a tanulóknak nem kevés könnyebbítésükre szolgálandna, ha a mértani tanár ugyszólván a természettan' tanárának kezére dolgozandó, a szoros értelemben vett alkalmazott mennyiségtant, vagyis az általános erőtant és moztant, akként adandná elő, miként az az I. Rész' III-dik Szakaszában foglaltatik, hozzá kapcsolván a II-dik Rész' II-dik Szakaszának a testek' ütközéséről szóló II-dik Fejezetét is.

Szerkesztési modorra nézve, az egyetemnél és a legközelebbi időszakig fönnálló akademiákban tanuló ifjúság' igényeit tartván szemem előtt, tiszta népszerű előadási mód-szeret nem követelheték, hanem azt, mennyire a mennyiségtani előismereteik megbirni látszottak, a tudományos módszerrel egyeztetni törekvém. Ennek következtében a természet' törvényeinek kifejtésére, vagy bebizonyítására többször használám az egyszerűbb matematikai kitételeket, miszerint tanuló ifjaink az elméletileg szerzett mennyiségtani ismereteik' czélszerű alkalmazásával némüleg megbarátkozván, a természet' titkaihoz kalauzoló mennyiségtannak szorgalmas gyakorlására ösztönöztessenek, és egyszersmind győződjenek meg, hogy a mennyiségekre vonatkozó ismereteink csak annyiban valódi tudományosok, a mennyiben matematikai kifejezéseken alapulnak. A mennyiségtani képletekben megtartám az egyéb művelt nyelveken irt könyvekben is megtartatni szokott latin eredetű, például *si-*

*nus*, *cosinus*, *tangens* stb. kifejezéseket, valamint a vegyelemeknek latin nevüktől kölcsönözött jeleiket is: de magában a szövegben, igen kevés számú esetet kivéve, magyar műszavakat alkalmazék. Ezeknek latin vagy német kitételüket a szöveg folytában zárjelek közé foglalni a nyilvános hallgatók tekintetéből nem vélém szükségesnek; mivel ők az értelmezésül fölhozandó latin vagy német műszavakat valószínűleg még kevesbé ismerik; a magyar műszavakkal pedig, ha talán első hallásra kétes értelműeknek látszanának is, magyarázás közben úgy is megbarátkozandnak. A magányos-olvasók tekintetéből mindazáltal, kik a magyar műszavak' értelmét latin vagy német kitételből ohajtának ki-puhatolni, a netalán szokatlanabb műszavakat és egyéb elnevezéseket a könyv' sarkához csatolt *Függelék*-szótárban érthetőkké tenni el nem mulasztám.

A természettani ismeretek' tágas lálkörét minél áttekinthetőbbé teendő, annak tartalmát az alárendeltségi fokozaatok szerint részekre, szakaszokra, fejezetekre czikkekre, §-sokra, és számokra, mint ugyanannyi egymás alá helyezett szempontokra osztám; hol egyes §-sok vagy számok foglalmának természete további fölosztást igényelt, az elsőbbieknék részeit szokott rendben következő nagyobb betűkkel, az utóbbiaknak megkülönböztetett pontjait pedig kisebbekkel megjelelni tartám czélirányosnak. Midőn a nevezett osztályzatokban kifejtett természettörvények' bővebb értelmezése, alkalmazása vagy azokból magyarázandó tü-nemények' elősorolása, észrevételek vagy figyelmeztetések szükségeseknek vagy hasznosoknak mutatkoztak: akkor mindezek *jegyzék* czim alatt közvetlen az illető osztályrész után fordulnak elő. Az egész munka' osztályzatának rendszerét a tárgyalás eleibe bocsátott tartalom-táblában összpontosítva láthatni.

Miként e munka' olvasása minél kevesebbé fárasztó legyen, olly kiállítására határozám el magamat, melly nyomdai csinosságán kívül a jelenkorunkban azon megkedvelt előny-nyel is birjon, melly szerint a hozzá tartozó rajzokat a szö-veggel együtt egyszerre tüntesse az olvasó' szeme elébe.

E munka' tartalma nagyobb részint a német irodalom' nevezeteseb kutforrásiból vagy on merítve; azonban korántsem pusztá fordítás, hanem tanulmányimnak öngondolkozó-lag eredett kifolyása. Helyzetünkben meg kell elégednünk azzal, ha bármellyik tudományos írónk tanulmányát azon fokra állítva terjeszti elő, mellyen az a nagyobb és miveltebb nemzetek' irodalmában áll. Olly tárgyakra nézve, mellyek csak emlittetnek, vagy rövidség tekintetéből nem egész kiterjedtségben tárgyalatnak, czélszerűnek vélém a nevezetesebb kutforrásokra hivatkozni, hogy a bővebb tudományra törekvők által fölkerestethessenek; ellenben azon tárgyakra vonatkozólag, mellyek ugyis elegendőleg kimerítve fordulnak elő, az általam használt források' minduntalani idézgetését nemcsak nem szükségesnek, sőt a mennyiben általuk a szöveg sokszor félbe-szakított, a nyomdai költség pedig öregbedett volna, kikerülendőnek tartám. E helyütt azonban a leginkább használtam kutforrások' minőségéről a tisztelt olvasó közönséget megnyugtató, s egyszersmind ezen források' nagy érdemü szerzői iránt mély tisztelettel párosult hálámát némüleg nyilvánítandó, munkáiknak czimét tárgy- és időszerinti rendben ime elősorolom:

### **Vegytaniak.**

*Berzelius Lehrbuch der Chemie. Stuttgart 1832.*

*Buchner's Grundriss der Chemie. Nürnberg 1832.*

*Graham's Lehrbuch der Chemie, bearbeitet von Dr. Julius Otto. Braunschweig 1840.*



*Sadebeck, Vegytan' alaponaljai, magyarra forditva K. S. által. Pesten 1843.*

*Nendtvich Károly' életmütlen műipari vegytana. Pesten 1845.*

### **Erömütaniak.**

*Eytelwein's Hydrostatik. Berlin 1826.*

*Brewer's Lehrbuch der Statik fester Körper, Hydrostatik und Aerostatik. Düsseldorf u. Elberfeld 1829.*

*Eytelwein's Handbuch der Statik fester Körper. Berlin 1832.*

*Baumgartner's Mechanik in ihrer Anwendung auf Künste und Gewerbe. Wien 1834.*

*Jamieson's Mechanik. Wien 1841.*

*Rüst's Mechanik fester Körper. Berlin 1841.*

*Kayser's Handbuch der Mechanik. Karlsruhe 1842.*

*Weisbach's Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. Braunschweig 1845.*

*Burg's Compendium der populären Mechanik und Maschinenlehre. Wien 1846.*

*Bresson's Lehrbuch der Mechanik. Leipzig 1847.*

### **Természettaniak.**

*Chladni's Akustik. Leipzig 1802.*

*Weber's Wellenlehre. Leipzig 1825.*

*Biot's Lehrbuch der Experimental-Physik, deutsch bearbeitet von G. T. Fechner. Leipzig 1828.*

*Muncke's Handbuch der Naturlehre. Heidelberg 1829.*

*Fechner's Repertorium der Experimental-Physik. Leipzig 1832.*

*Tschärner Boldog' tapasztalati természettudománya, forditva Bugát Pál által, Pesten 1836.*

*Kämtz's Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig 1836.*

- Lame's Lehrbuch der Physik deutsch bearbeitet von Dr. Schnuse. Darmstadt 1838.*
- Peschel's Lehrbuch der Physik. Dresden und Leipzig 1842.*
- Baumgartner's Naturlehre. Wien 1842.*
- Neumann's Handbuch der Physik. Wien 1842.*
- Pouillet's Lehrbuch der Physik u. Meteorologie für deutsche Verhältnisse bearbeitet. Braunschweig 1843.*
- Tarczy Lajos' természettana. Pápán 1843.*
- Helmuth's Volks-Naturlehre. Braunschweig 1844.*
- Schirckhuber Móricz' elméleti és tapasztalati természettan' alaprajza. Pesten 1844.*
- Eisenlohr's Lehrbuch der Physik. Mannheim 1844.*
- Elttingshausen's Physik. Wien 1844.*
- With's Anfangsgründe der Naturlehre. Leipzig 1845.*
- Müller's Grundzüge der Krystallographie. Braunschweig 1845.*
- Götz's Elemente der Physik. Leipzig 1846.*
- Müller's Grundriss der Physik und Meteorologie. Braunschweig 1846.*
- Hessler's Handbuch der Naturlehre. Wien 1846.*
- Berde Aron' Légtüneménytana. Kolosvárt 1847.*
- Gehler's Physikalisches Wörterbuch, neu bearbeitet. Leipzig 1825—1845.*
- Baumgartner's Zeitschrift für Physik und Mathematik. Wien 1826—1842.*
- Hessler's Encyclopaedische Zeitschrift des Gewerbewesens. Prag 1842—1844.*
- Poggendorff's Annalen der Physik u. Chemie. Berlin.*
- Dingler's Politechnisches Journal. Stuttgart.*

Midőn ezen becses forrásokból jelen munkám' tartalmát, mely csak a súlyos testek' természettanát foglalja

magában, gyűjtögetém, fő czélom vala: az annyira életbevágó természettani ismeretek' terjesztését részemről is olly kézikönyv' létrehozásával elősegíteni, melly tartalmára nézve, mennyire a tanuló ifjúság' előismereteihez képest esz-közölhető vala, az egyéb e nemű munkákéval összehasonlítva ürességről ne vádoltathassék. Ha e czél' megközelítésére irányzott törekvésim a tisztelt olvasó közönség előtt némű méltánylásban részesülendnének, hatalmasan érezném magamat ösztönöztetve, miszerint a sulytalanok' természet-tana' minél előbbi kidolgozásán és kézrebocsátásán serényen munkálkodjam; minek megtörténhetési idejét azonban előre meghatározhatni nem áll tehetségemben.

A minden szorgalom mellett is becsuszott hibák' kijavítása az utolsó lapon olvasható.

Pesten, Május hó 30-kán, 1850.

**A szerző.**

# TARTALOM.

Bevezetés. Természettan . . . . .	Lap. 1
-----------------------------------	-----------

## ELSŐ KÖNYV.

A súlyos testek' természettana . . . . .

### ELSŐ RÉSZ.

A testek' tulajdonságai . . . . .	5
-----------------------------------	---

#### ELSŐ SZAKASZ.

A testek' közös tulajdonságai . . . . .	6
Első Fejezet. A testek' lényegileg közös tulajdonságai . . . . .	6
I. Cikk. Terjedtség . . . . .	6
II. Cikk. Áthatlanság . . . . .	12
Második Fejezet. A testek' történetileg közös tulajdonságai . . . . .	15
I. Cikk. Likacsosság . . . . .	15
II. Cikk. Oszthatóság . . . . .	16
III. Cikk. Mozgékonyosság . . . . .	19
IV. Cikk. Tehetlenség . . . . .	20
V. Cikk. Nehézség . . . . .	20

#### MÁSODIK SZAKASZ.

A testek' különböző tulajdonságai . . . . .	29
Első Fejezet. A testek' halmaz-állapota . . . . .	29
I. Cikk. Összetartás . . . . .	31
II. Cikk. Tapadás . . . . .	33
Második Fejezet. A testek' vegyállapota . . . . .	37
I. Cikk. Az egyszerű testek általánosan . . . . .	40
II. Cikk. Az összetett testek általánosan . . . . .	44
I. §. Első rendű vegyületek . . . . .	44
A. Savak . . . . .	45
B. Alyak . . . . .	47
C. Közönbös állományok . . . . .	49
II. §. Másod rendű vegyületek . . . . .	50
III. §. Oldatok és elegyek . . . . .	52



	Lap.
Harmadik Fejezet. Gyakorlati vegytanban előforduló munkálatok	52
Negyedik Fejezet. Alapanyagok, és ezeknek vegyületei különösen	60
I. Cikk. Éleny . . . . .	60
II. Cikk. Köneny . . . . .	62
I. §. Könéleg = Viz . . . . .	65
II. §. Könföleleg . . . . .	67
III. Cikk. Légeny . . . . .	68
I. §. Légeny és éleny . . . . .	69
II. §. Légeny és köneny . . . . .	71
IV. Cikk. Széneny . . . . .	72
I. §. Széneny és éleny . . . . .	74
A. Szénélegsav . . . . .	74
B. Szénéleg . . . . .	76
II. §. Széneny és köneny . . . . .	76
A. Könszénecs . . . . .	76
B. Könszéneg . . . . .	77
III. §. Széneny és légeny . . . . .	79
V. Cikk. Halvany . . . . .	81
I. §. Halvany és éleny . . . . .	82
II. §. Halvany és köneny . . . . .	83
VI. Cikk. Büzeny . . . . .	84
VII. Cikk. Iblany . . . . .	85
VIII. Cikk. Folany . . . . .	85
IX. Cikk. Kéneny . . . . .	86
I. §. Kén és éleny . . . . .	88
A. Kénélecssav . . . . .	88
B. Kénélegsav . . . . .	88
II. §. Kén és köneny . . . . .	90
X. Cikk. Reteny . . . . .	92
XI. Cikk. Vilany . . . . .	92
I. §. Vilélegsav . . . . .	94
II. §. Könvilacs . . . . .	94
XII. Cikk. Kovany . . . . .	95
XIII. Cikk. Bórany . . . . .	97
XIV. Cikk. Fémek általánosan . . . . .	98
I. §. Könnyű fémek különösen . . . . .	102
A. Égvényeket nemző fémek . . . . .	102
B. Égvényes földeket nemző fémek . . . . .	104
C. Tulajdonképi földnemző fémek . . . . .	105
II. §. Nehéz fémek különösen . . . . .	106
Ötödik Fejezet. A forrás általánosan . . . . .	112
I. Cikk. Borforrás . . . . .	114
II. Cikk. Eczetforrás . . . . .	117
III. Cikk. Rothadás . . . . .	118

## HARMADIK SZAKASZ.

	Lap.
Nyugvás és mozgás általánosan . . . . .	120
<b>Első Fejezet.</b> Az erőkről általánosan (Erőtan = Dynamica) . . . . .	121
I. Cikk. Az egy pontra ható erők' összetétele és szétbontása . . . . .	123
II. Cikk. Két pontra ható erők' összetétele . . . . .	133
<b>Második Fejezet.</b> A nyugvás, vagyis az erők' egyensulya (Nyugtan = Statica) . . . . .	139
I. Cikk. Egy pontra ható erők' egyensulya . . . . .	139
II. Cikk. Két vagy több pontra ható erők' egyensulya . . . . .	140
I. §. Merevény vonal által összekötött pontokra működő erők' egyensulya . . . . .	141
II. §. Igen hajlékony vonal által összekapcsolt pontokra működő erők' egyensulya . . . . .	144
<b>Harmadik Fejezet.</b> A mozgásról (Moztan = Phoronomia) . . . . .	147
I. Cikk. Az egyszerű mozgásról . . . . .	148
I. §. Az egyenletes mozgásról . . . . .	149
II. §. Az egyenletesen sebesedő mozgásról . . . . .	153
III. §. Az egyenletesen lassúdó mozgásról . . . . .	158
II. Cikk. Az összetett mozgásról . . . . .	162
III. Cikk. A központi erők által létesített mozgásról általánosan . . . . .	167
I. §. A kerületbeni mozgásról különösen . . . . .	177
II. §. A körbeni mozgásról különösen . . . . .	179
IV. Cikk. A központtól erőről . . . . .	182

## MÁSODIK RÉSZ.

A testek' nyugvási és mozgási tünetényeiről. 188

### ELSŐ SZAKASZ.

Szilárd nyugtan (Geostatica) . . . . .	188
<b>Első Fejezet.</b> Szilárd testek' nyugvása nehézségi erőre nézve . . . . .	188
<b>Második Fejezet.</b> Szilárd testek' nyugvási állapota az elemi erők' nézve . . . . .	201
I. Cikk. Szilárd testek' idomáról . . . . .	201
II. Cikk. A szilárd testek' összetartásának minőségéről . . . . .	207
III. Cikk. A szilárd testek' összetartásának mennyiségéről . . . . .	212

### MÁSODIK SZAKASZ.

Szilárd moztan (Geodynamica) . . . . .	215
<b>Első Fejezet.</b> Szilárd moztan a nehézségi erőre nézve . . . . .	215
I. Cikk. A testek' szabad eséséről . . . . .	216
II. Cikk. A testek' lejtőn eséséről . . . . .	219
III. Cikk. A függő testek' eséséről . . . . .	226
I. §. Az egyszerű ingáról . . . . .	227
II. §. Az összetett ingáról . . . . .	231

	Lap.
<i>IV. Cikk.</i> A hagyított testek' mozgásáról . . . . .	236
I. §. A lefelé hagyított testek' mozgásáról . . . . .	236
II. §. A fölfelé hagyított testek' mozgásáról . . . . .	238
III. §. Az oldalaslag hagyított testek' mozgásáról . . . . .	240
<b>Második Fejezet.</b> A szilárd testek' ütközéséről . . . . .	245
I. <i>Cikk.</i> A testek' egyenes ütközéséről . . . . .	246
I. §. A rugalmatlan testek' egyenes ütközéséről . . . . .	246
II. §. A rugalmas testek' egyenes ütközéséről . . . . .	250
II. <i>Cikk.</i> A testek' ferde ütközéséről . . . . .	256
<b>Harmadik Fejezet.</b> A mozgás' akadályairól . . . . .	260
I. <i>Cikk.</i> Közeg' ellenállásáról . . . . .	261
II. <i>Cikk.</i> Surlódásról . . . . .	263
III. <i>Cikk.</i> A kötelek által okozott ellenállásról . . . . .	266
<b>Negyedik Fejezet.</b> Nyugvás' vagy mozgás' létrehozására szolgáló eszközökről . . . . .	268
I. <i>Cikk.</i> Emeltyűről . . . . .	270
II. <i>Cikk.</i> Csigáról . . . . .	280
III. <i>Cikk.</i> Hengerkeréről . . . . .	285
IV. <i>Cikk.</i> Lejtőről mint erőműről . . . . .	291
V. <i>Cikk.</i> A Csavarról . . . . .	294
VI. <i>Cikk.</i> Az Ékről . . . . .	298
<b>Ötödik Fejezet.</b> Szilárd testek' mozgásáról az elemi erőkre nézve, vagyis azoknak rezgéséről . . . . .	301
I. <i>Cikk.</i> A hurok' és hárták' rezgéséről . . . . .	302
II. <i>Cikk.</i> A vesszők' és lemezek' rezgéséről . . . . .	310

### HARMADIK SZAKASZ.

H i g n y u g t a n (Hydrostatica) . . . . .	317
<b>Első Fejezet.</b> Folyadékok' egyensulyi állapota a nehézségi erőre nézve . . . . .	317
I. <i>Cikk.</i> A folyadékok' egymás közti egyensulya . . . . .	317
II. <i>Cikk.</i> A folyadékok' és beléjük mártott szilárd testek közti egyensuly . . . . .	334
III. <i>Cikk.</i> A testek' tömötségének meghatározási módja . . . . .	341
I. §. A tömötség' meghatározása $D = \frac{P}{p}$ képlet szerint . . . . .	342
II. §. A tömötség' meghatározása $D = \frac{v}{V}$ képlet szerint . . . . .	348
<b>Második Fejezet.</b> A folyadékok' egyensulyi állapota az elemi erők- re nézve . . . . .	355
I. <i>Cikk.</i> A csöppek' képződéséről . . . . .	358
II. <i>Cikk.</i> A hajcsővességről . . . . .	361

## NEGYEDIK SZAKASZ.

H i g m o z t a n (Hydrodynamica)	366
Első Fejezet. A folyadékok' haladó mozgásáról	366
Második Fejezet. A folyadékok' hullámzó mozgásáról	381
I. Cikk. A hullámok' képződése és haladása	383
II. Cikk. A hullámok' módosításai	388
I. §. A hullámtalálkozás	388
II. §. A hullámvisszaverődés	391
III. §. A hullámhajlás	395

## ÖTÖDIK SZAKASZ.

L é g n y u g t a n (Aërostatica)	397
Első Fejezet. A lég' egyensulyi állapota rugékonyságára nézve	398
I. Cikk. Az egyenmű lég' egyensulyi állapota rugékonyságára nézve	398
II. Cikk. A különböző légnemű testek' egymásközti egyensulya rugalmasságukra nézve	418
Második Fejezet. A légnemű testek' egyensulyi állapota a tapadási erőre nézve	421
Harmadik Fejezet. A lég' egyensulyi állapota, nehézségi erőre nézve	425
I. Cikk. A légköri nyomásról	430
II. Cikk. A légköri nyomás' változásairól	448

## HATODIK SZAKASZ.

L é g m o z t a n (Aërodynamica)	463
Első Fejezet. A lég' haladó mozgásáról	463
Második Fejezet. A lég' rezgő mozgásáról	473
Toldalék-Fejezet. Hangtan (Acustica)	481
I. Cikk. A hang' szármozási módjáról	481
II. Cikk. A hangok' különféleségéről	490
III. Cikk. A hang' vezettetéséről	505
I. §. A levegőn vezetett hangról	505
II. §. A csöpögős és szilárd testen vezetett hangról	521
IV. Cikk. A hang' felfogásáról	528
Függelék. A netalán kevesbé ismeretes műszavaknak latin vagy német kitétele, betűrend szerint	531



# BEVEZETÉS.

---

## Természettan.

1) A *természettan* ismerete föltételezi a *természet* helyes fogalmát. Természet név vagy valamely tárgynak minden lényeges tulajdonit, vagy az érzékeinkre ható tárgyának egyetemét jelenti. Ez utolsó értelemben vett természetről szerzett ismereteknek rendszeres foglalatlja teszi a *tág értelemben vett természettant*. Minthogy pedig külső, és belső érzékeink vannak, az ezekre ható tárgyak különsegeire vonatkozólag a tág értelemben vett természettan két önállású tudományra oszlik, nevezet szerint: *lélektanra*, mely a belső érzékek tárgyaival foglalkozik; és *szoros értelemben vett természettanra*, mely a külső érzékeinkre ható tárgyokról szól. Ezen tárgyakban hatási tehetséggel ellátott lény *anyagnak*, a bizonyos határok közti anyag pedig *testnek* neveztetik. Minden test, a mennyire külérzékeinkre hat, *jelenet*, *tünet* vagy *tüneménynek* tekintetik; tehát a testek minden észrevehető tulajdonaikkal, mint ugyanannyi tüneményekkel a szoros értelemben vett természettan tárgyai. Minthogy a testek tulajdoni vagy állandók vagy változékonyak, a szoros értelemben vett természettan két ágra fejlődik; azon ága, mely a testek állandó tulajdonait adja elő, *természetrajznak*, mely pedig a testeknek változékony tüneményeit tárgyalja, és ezeknek fejtegetésével foglalkozik, *szorosb értelemben vett természettannak* neveztetik. Továbbá a természetrajz alatt, mivel a tárgyakul szolgáló testek vagy életművesek, — melyek ismét lelkesekre

és lelketlenekre osztatnak — vagy életműtlenek, a következő három fő osztályrész foglaltatik: *állattan*, *nővénytán*, *ásványtan*. Hasonlóképen a szorosb értelmében vett természettan ismét a *legszorosb értelembeni természettanra* és *vegytanra* osztatik. Az első a testeknek azon tünetényeire terjeszkedik, melyek a nyugvás vagy mozgási állapotoknak változtatásából állanak, a nélkül, hogy azoknak anyagi tulajdonaik megmásíthatnának. A második, nevezet szerint a *vegytan* ellenben azon tünetényeket tárgyalja, melyek a testekben az anyagi tulajdonok változásával összekapcsolvák, és vagy *életműes* vagy *életműtlen testek vegytanára* ágazik. Azonban a legszorosb értelembeni természettan és vegytan között szigorú határvonalat húzni csaknem lehetlen; mert egyik a másiknak felvilágosítására elkerülhetlenül szükséges.

2) Midőn a legszorosb értelemben vett természettan, — melyet mint foglalkozásunk tárgyát rövidség okáért többnyire csak természettannak nevezendünk — a testek illető tünetényeit elősorozza, egyszersmind az azoknak alapul szolgáló okokat, tudniillik *erőket* kipuhatolni, valamint azon *természettörvényeket* is meghatározni törekszik, melyek szerint az érintett tünetények az erők által létre hozatnak.

3) A természettan továbbá *elméletire* és *alkalmazottra* osztatik fel. Az első csak egyes tünetények okaira, és ezek működés módjára ügyelvén, a természettörvények rendszeres foglalaltját adja elő. Második az előbbi által megismertetelett törvényeket vagy az égi testekben, vagy a földünkön észrevehető tünetények értelmezésére, vagy a közéletben előforduló mesterségekre alkalmazza. Az elméleti természettan ismét két részre oszlik; egyik része a *sulyos testek* tünetényeiről; másik része pedig az ugy nevezett *sulytalanok* — minők a melegség, világosság, delejség, és villámság — jeleneteiről értekezendik. Az alkalmazott természettan három részre osztaltatik fel; első része magában foglalja az égi testek tünetényeit, s azért *természettani csillagászatnak* nevezetetik; második része a földünk felületén vagy légkörében előforduló tünetényeket fejtegeti, s *természettani földrajz* név alatt ismeretes. Az alkalmazott természettan harmadik része pedig, a felfüldözött természettörvények egyes mesterségekre alkalmazását tanítja, és *kézműtannak*

neveztetik. Ezen utolsó a legszorosb értelemben vett természet-tantól elkülönítve szokott előadatni.

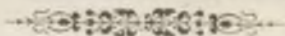
4) A legszorosb értelemben vett természettan értelmezéséből, és felosztásából önként kitűnik, hogy annak minden részeiben a természettörvények legfőbb szerepet viselnek; minnek okáért a természetvizsgáló minden törekvésének főcélja, a minél több természettörvényeknek felfedezése. Szorgalmas kutatások után már számos természettörvények ismeretével dicsekszünk ugyan, de mindannyi felfedözve koránt sincs. Ezeknek felfedözése *tapasztalás* és *elmélkedés* által történik. A tapasztalás tüneményekkel ismertet meg minket, melyekből elmélkedés által következményeket vonunk ki. A tapasztalás vagy *vizsgálatból* vagy *kémletből* ered. Vizsgálat oly tünemények figyelmes szemlélése, melyek a testekben minden hozzájárulásunk nélkül történnek; például midőn nap vagy hold fogyatkozását, testeknek esését, tenger hullamzását figyelemmel követjük. Kémlet ellenben a testeknek ön akaratunkból oly körülményekbei tétele, melyekben némely változásokat szenvedniök kell; így kémlelünk, vagy mint mondani szokás, kísérletet teszünk, ha valamely testet azon célból megizzósítunk, hogy annak a tűz által okozott tüneményeivel megismerkedjünk.

5) A sikert szülő vizsgálatokhoz megkívántatik: éles, s minden elfogultságtól ment elme, kitűrni tudó akarat, ép érzékek, és az előkerülhető nehézségekkel dacolni bíró testalkat. A kémlelhez pedig az említett kellékeken kívül még többféle pontosan készített, s azért gyakran igen költséges eszközök is kívántatnak, melyeknek czélszerűségére és tisztántartására fő gond fordítandó, a velők bánásra pedig ügyesség elkerülhetlenül szükséges. Azon terem, mely efféle eszközöket foglal magában, *természettani szertárnak* neveztetik.

6) Ha oly tüneményekre bukkanunk, melyeknek valódi okai ekkoráig fel nem fódzothettek, akkor azoknak megfejtése végett valószínű okok felvételére, azaz *vélemények*, *gyanítványok*, vagy *kényáltmányokra* szorulunk. Ezeknek alkalmazása csak szükség esetében szenvedhető meg; ha azonban az elismert természettörvényekkel nem ellenkeznek, sőt velők némi hasonlatosságban van-

nak, ha az értelmezendő tünetmények megfejtésére egyéb segéd-  
vélemények nélkül is elegendők, vagyis kellő egyszerűséggel  
bírnak, használatuk igen czélirányos; mert a tünetmények felfogását  
könnyítik, a valódi okok felfödözését elősegítik, és gyakran neve-  
zetes felfödözéseknek is alkalmul szolgálnak.

7) Ha a természettörvények mennyiségtan szabályai szerint  
számokban vagy ezeket pótló betűkben fejeztetnek ki, előállanak az  
ugynevezett *mennyiségteni képletek* vagy *alkatok*, melyekből  
hánylási uton új kitételek és képletek, tehát új természettörvények  
is vezettetnek ki. E módon már is olly természettörvények hozattak  
világosságra, melyek különben vagy soha, vagy csak igen későn  
jöhettek volna ismeretünkre. A mennyiségtan segedelme tehát a  
természettanban elkerülhetlenül szükséges. Ez által a kényállitmá-  
nyokból is többféle eredmények hozatnak létre; ha ezeket minden  
kivétel nélkül igazolja a tapasztalás, akkor a kényállitmány valódi  
állitmányok' sorába lép.





## ELSŐ KÖNYV.

### A súlyos testek természettana.

8) Ez a súlyyal bíró testek tulajdonságait, és azokkal összeköttetésben álló tüneteményeket foglalja magában; két részből áll, melyeknek mindegyike több szakaszokra, fejezetekre, czikkekre, §§-sokra és számokra lészen fölosztva.

---

## ELSŐ RÉSZ.

### A testek tulajdonságai.

9) A testekben, ha tulajdonságaikat tekintjük, számtalan sok változékonyságot tapasztalunk. Már maga a külső állapot, mely *halmaz állapot*nak mondatik, s minden testnél azonnal érzékünkbe ötlík, külön testekben igen különböző. Errenézve némelly testek *szilárdak*, azaz állandó idomuak, például a kövek, fák, állatok; mások *higak*, például minden folyékony testek, melyek kis mennyiségben magokra hagyatvák, csöppökké alakulnak, mint ezt a vízben, borban, olajban tapasztalhatni; és ismét mások *terjedékenyek*, melyek ha nem gátoltatvák, mindig nagyobb térfogatot foglalni törekszenek, mint a lég és gőz. Még nagyobb tulajdonváltozékonyság ered a testek belső állapotukra, azaz különböző alkatrészeikre nézve. De bármelly különböző tulajdonságuaknak látszassanak is a testek, birnak mindazáltal olly tulajdonokkal is, melyek mindegyikükben feltalálhatók, és azért a testek tulajdonságai *közös*, és *különbözőkre* osztatnak.

---



## ELSŐ SZAKASZ.

### A testek közös tulajdonságai.

10) A testek közös tulajdonságai vagy *lényegileg*, vagy *történetileg* közösek. Lényegileg közös tulajdonok a testekkel oly szoros kapcsolatban állanak, hogy náluk nélkül a testet gondolni sem lehet; ilyenek a *terjedtség* és *áthatlanság*. Történetileg közös tulajdonok pedig a testtől elgondolhatók ugyan, de tapasztalás szerint eddig minden testben feltaláltattak; ilyenek a *likacsosság*, *oszthatóság*, *mozgékonyság*, *tehetlenség*, és *nehézség*.

### I. FEJEZET.

#### A testek lényegileg közös tulajdonságai.

#### I. Cikk.

##### T e r j e d t s é g.

11) A testek, mint külsérzékeinkre ható tárgyak, csak térben létezhetők; ennél fogva a minden irányban vett *terjedtség* minden testnek elmellőzhetlen tulajdona, azaz a legparányibb testnek is *hosszuság*, *szélesség*, és *mélységgel* vagy *magossággal* birnia kell. A *terjedtség* határai teszik a test *felületét*, a felület által bezárt tér *térfogatnak* neveztetik; azon helyzetek és viszonyok, melyekben a test felületének egyes részei egymásiránt vannak, határozzák meg a test *alakját*. Ez némelly testekben igen szabályos és arányszerű, mint például az ugynevezett *jegüczök*ben, *növények*ben, *állatok*ban, és ezeknek *kiegészítő* részeikben tapasztalhatni, és ekkor különösen *idomnak* mondatik. A testeknek mind *alakja* mind *idoma* vég nélkül módosítható.

*Jegyzék.* A *terjedtség* meghatározása végett egy bizonyos nagyságu *terjedtség*, azaz *térmérték* szükséges, melylyel mint egységgel a meghatározandó *terjedtség* összehasonlíttathassék. A meghatározandó tér mineműségéhez képest

a térmérték majd *hossz*, majd *terület*, majd *térfogat* vagy *köbmérték* nevet visel. — Jelenkori természettanban a bécsi, ó és új francia térmértékek ismerete leginkább megkívántatik.

a) A bécsi hossz mérték alapja az *öl*; ez 6 *láb*ra; 1 láb 12 *ujj*ra; egy uj 12 *vonala*; 1 vonal 12 *pontra* osztatik. Rövidség okáért az  $\text{öl} = ^\circ$ , láb = ', uj = ", vonal "" jellel iratik. Nagyobb hosszúságok mérésére mértékül a *mért föld* = 4000<sup>o</sup> használtatik, melly a földrajzi mért földtől, vagyis a földgömb legnagyobb körébeni foknak 15-dik részétől (3911<sup>o</sup>) kevésben különbözik.

b) Az ó francia hossz mérték felosztásában és részeinek elnevezésében a bécsivel összejön, de nagyságára nézve attol valamennyire elüt; mert a bécsi láb ugy áll a franczia lábhoz mint 1 : 1,0275. Mind az ó franczia, mind a bécsi hossz mértékeknek négyzete terület mértékül, köbje pedig térfogat, vagy köbmértékül szolgál.

c) Az új franczia hossz mérték alapja a *meter* (metre), mellynek hossza a föld' délkör északi negyedének 10 milliomodnyi részét teszi, és bécsi mértékben 3,163532, ó francziában pedig 3,07844 lábhoz egyenlő. Ennek tizedes számokkal szokásba vett felosztásait megnevezendők a *meter* szó elejbe ezen latin származatú számszókat: *deci*, *centi*, *milli*, teszik; e szerint ha

$$1 \text{ meter} = m, \text{ lészen } \text{decimeter} = \frac{m}{10}, \text{ centimeter} = \frac{m}{100}, \text{ millimeter} =$$

$$\frac{m}{1000}. \text{ Ellenben a meter tizedes számokkal szorozása, annak elejbe tett ezen}$$

görög származatú számszókkal: *deka*, *hekto*, *kilo* jelentetik; így *dekameter* = 10·m, *hektometer* = 100·m, *kilometer* = 1000·m. A terület mérték alapja egy dekameter hosszúságú és ugyanannyi szélességű négyszög, melly *are*-nek mondatik. A térfogat vagy köbmértéknek egysége pedig *stère*-nek neveztetik; ez nem egyéb, mint egy koczka idomú térfogat, mellynek mindegyik lapja, egy négyszögmeternyi. Olly koczka pedig, mellynek egyegy lapja 1 decimeternyi, *liter* nevet visel. Mind *are*-nek, mind *stère*-nek és *liter*-nek tized, század, ezred része, vagy tíz, száz, ezer annyi, az imént említett latin és görög előtételekkel különböztetik meg.

d) Nemellykor a vonalszerinti terjedés' szoros meghatározása végett a mértékek *Vernier* által talált *parány mérővel* láttatnak el. Parány mérőnek neveztetik azon egyenes vagy körhajlatú kisebb rész, melly a hasonló irányú, és egyenlő részekre osztott mérték mellett, ide s oda tolható. Ezen irayon egy bizonyos hosszúságú vonal, egyenlő de egygyel vagy kevesebb vagy több részekre fölosztva, mint a mértéknek ugyanakkora hosszúságú vonala. Ha ezen bizonyos hosszúságú vonal a mértéken neveztetik *a*-nak, s irayon

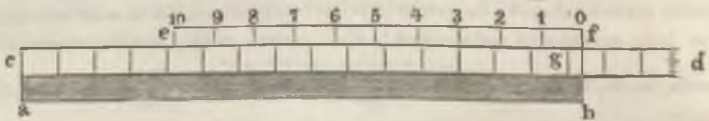
$$\text{elosztva } n \text{ részekre, mindegyik részecskének nagysága lészen } = \frac{a}{n}; \text{ és}$$

mivel ugyanazon *a* hosszúságú vonal, a parány mérőn, *n*—1 vagy *n*+1 ré-

$$\text{szekre irayon osztva, egy részecske nagysága az első esetben } = \frac{a}{n-1}.$$

másikban  $= \frac{a}{n+1}$ ; tehát a páránymérő és mérték' egyes részei közti különbség az első esetre lesz  $\frac{a}{n-1} - \frac{a}{n} = \frac{a}{n(n-1)}$ , a másodikra pedig  $\frac{a}{n} - \frac{a}{n+1} = \frac{a}{n(n+1)}$ . Ha  $a = 11'''$ ,  $n = 11'''$ , és páránymérő,  $n-1 = 10$  részre vagyon osztva, akkor  $\frac{a}{n(n-1)} = \frac{1'''}{10}$ , és két, három, négy ilyen részek nagysága lesz  $\frac{2'''}{10}$ ,  $\frac{3'''}{10}$ ,  $\frac{4'''}{10}$ ; azaz: eképen készített páránymérővel egy vonalnak tízed részét is megmérhetni. Ugyanez az eredmény, ha  $a$  levén  $= 9'''$ ,  $n = 9$ , a páránymérő 10 részre osztatnék, mert akkor szinte  $\frac{a}{n(n-1)} = \frac{1'''}{10}$ . — A páránymérővel ellátott mérték kezelése eképen történik: a megméréendő  $ab$  tárgy (1. rajz) mellé alkalmaztatik a  $cd$  mérték, ha

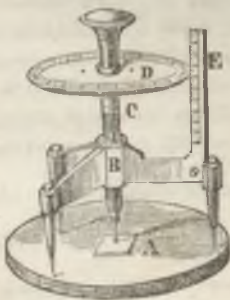
1. rajz.



ennek bizonyos számú osztályrészeit a tárgy valamivel túlhaladja,  $ef$  páránymérő mindaddig tovább tolatik, míg az  $o$ -val jelölt, és mutató gyanánt szolgáló rovatának képzeletbeni folytatása  $b$  pontot nem szegi, ekkor kerestetik a páránymérőn azon rovat, mely a mérték rovatával összeesik; ha ez például a 3-dik:  $ab$  tárgynak  $g$  bütün tul kiálló része tesz  $= \frac{3'''}{10}$  (Lásd, *Gehler physikalisches Lex.* 7 kötet, 109 lap. — *Lehrbuch der Physik von G. Lamé* 1838 I. R. 8. lap. — *Tar cz y Lajos természettana* I. kötet, 90 lap.)

e) Kisebb vastagságok' megkívánható pontossággali mérésére nagyon alkalmas eszköz a *Cauchoi x* által feltalált gömbmérő, mely következő alkotású. Az  $A$  val (2. rajz.) jelelt vastag és egyenes lapú üvegtáblán nyugszik

2. rajz.



egy háromágú, s ugyanannyi tompahegyű acéllábra állított és sárga rézből készült  $B$  állmány, ennek közepén átmegy az ugynevezett páránymérőcsavar  $C$ , melynek alsó vége hegyesre köszörülve, felső pedig egy köralakú  $D$  lappal ellátva vagyon. Ezen körlap széle mentében 300 vagy 400 egyenlő részekre vagyon elosztva, hogy ezek által két csavarment távolságának háromszázad vagy négyszázad része is észrevehető legyen. A függőlegesen felállított és vonalakra vagy milliméterekre elosztott  $E$  pálcza segítségével jelettetik meg a  $D$  körlapnak mind fordítási, mind emelkedési vagy

leereszkedési kezdő pontja. — Ha ezen eszköz által valamely lapos idomú keménytestnek vastagsága volna meghatározandó, a csavar addig hajtatik lefelé, míg hegyével az üveg táblát meg nem érte, a nélkül, hogy a készület lábainak valamelyike az üvegtábláról felemeltessék, ekkor a lapos kemény test a csavar hegye alá helyeztetik, és  $D$  körlapon az  $E$  pálcza élének megfelelő osztóvonal megjeleltetik; azután csak addig, de nem tovább hajtatik a csavar fölfelé, míg az eszköznek minden biczegése megszűnt; ekkor ha a csavarmenetnek egymástól távolsága ismértes, s tudva van  $D$  kör hány egész fordulatot, és egy fordulatnak hányad részét tette meg, azonnal tudva lesz vonalokban s milliméterekben, és ezeknek részeiben a csavar hegye alá helyezett lapos és kemény testnek vastagsága. Ha pedig a megmérendő lapos test olly puha, hogy a csavar hegye bele nyomódnék, vagy nem lapos, hanem gömb vagy henger alakú, például huzal volna, akkor az említett puha lapra, vagy két darabra vágott huzalra, vagy három egyenlő nagyságú gömbre egy meghatározott vastagságú, kemény aczél lemez tétetik, s a keresett vastagság mint előbb meghatároztatik, magától értetődven, hogy a megtalált vastagságból a test fölébe helyezett aczél lemez vastagsága kivonandó lesz. Ha 2 csavarmenet távolsága  $= \frac{1'''}{m}$ , a kör pedig felosztva vagyon  $n$  számú részekre,

akkor a kör egy osztályrészének megfelelő vastagság lesz  $\frac{1}{m} \cdot \frac{1}{n} = \frac{1'''}{mn}$ ;

feltéven hogy  $m = 80$ ,  $n = 400$ , a leirt gömbmérővel meghatározható vastagság lesz:  $\frac{1'''}{mn} = \frac{1'''}{80 \cdot 400} = \frac{1}{32000}$  (Lásd, *Gehler s phys. Lex.*

VIII. kötet 916. lap. — *Lamé Lehrbuch der Physik, deutsch bearbeitet von Schnuse I. kötet, 11 lap.*)

12) A testeknek lényegileg közös tulajdonsága ugyan a' terjedtség, de tapasztalás szerint azon térfogat, mellyel valamely test bír, vagy tágabb határok közé kiterjedhető, vagy szűkebb helyre szorítható, a mint a test részei kül erők által egymástól eltávolíthatnak, vagy egymáshoz közelebb hozatnak; de különösen a test térfogata változásának hatalmas okai a melegítés és meghűtés; az első minden testet kiterjeszt, a másik minden testet összehuz; például egy vas golyó, melly míg hideg, egy lemezen vágott lyukon könnyen átfér, megmelegítve abban fennakad; azon víz, melly melegen egy szűknyakú palaczkot csurdultig betölt, meghidegedvén annak egy részét üresen hagyja, sat. Minthogy pedig a levegőnek melegségi állapota, *hőmérséke* folyvást változik, szükségképen változik az ebben levő testek terjedtsége is. A testek terjedtségének meleg általi nagyobbodása, a mennyire a meleggel aránylagos, a meleg meghatározására mértékül szolgálhat. Azon



műszer, mely a meleget valamely test hæv általi kiterjedésének mérése által határozza meg, *hërmérőnek* nevezetik. Ennek részletes leírása sajátképen a hëviban tartozik, de mivel a hëvmerő az egész természetian folytában sokszor szükséges, czëlszerü a közönségesen használatni szokott hëvmerő alkotását már itt megismertetni.

13) A közönséges hëvmerő áll egy egyenüregü szük *A B* üvegcsőből (3. rajz), melynek egyik végére többnyire gömb, de

3. rajz.



némellykor henger vagy tojásdad alakú edény van fuva. Az edény egészen, csője pedig csak részint valamely folyó testtel megtöltetik. E végre legalkalmasabb a higany, borszesz, vagy levegő. Az első azért, mert csak igen nagy hidegben fagy meg, és nagy melegben forr, ennél fogva azon szabálytalanság, melyet a megfagyási vagy fölforrási hëvmérsékhez közelítő folyótestek térfogataik' változásában közönségesen mutatnak, higanynál az említettek közti hëvmérsékben legkevesebbé érezhető. A tiszta borszesz, mivel roppant hideget kiáll, a nagyobb hideg meghatározására a higanynál már csak azért is czëlszerűbb, mert azon hëvmérsékben, melyben a higany már már megfagyni készül, kiterjedése kiélégíthető arányban van a meleg valódi menetelével, de a nagyobb meleg meghatározására, mivel könnyen forr, alkalmatlan. A levegő pedig, mert halmazi állapotát sem hidegben sem melegben nem változtatja, akármely hëvmérsék megmérésére alkalmas.

E szerint a hëvmerő, a mint vagy higanynal, vagy borszeszszel vagy levegővel van töltve, már *higany-*, már *borszesz-*, már *lëghëvmerő* nevet visel. Itt csak az elsőröl értekezünk.

14) A czëlszerü higany- hëvmerő elkészítésénél e következő szabályokra kell figyelmezní:

a) Az üveg cső ürege a lehetőségig egyenlített legyen; a csőnek ezen tulajdonát onnét lehet megismerní, ha a bele csesztett higany-oszlopocska más más helyre hajtlatván mindenütt egyenhorzszaságú tért foglal el.

b) A higanynak minden nedvtől mentnek kell lenni; azért a betöltés előtt kifőzetik.

c) A cső higany fölötti része a levegőtől lehetőleg üres legyen, hogy a bele zárt higany tisztaságát folytonosan megtarthassa; ezen megkívántató légüresség könnyen elérhető, ha a csőbe eresztett higany elegendőleg fölmelegítetik, s midőn kiterjedése által minden levegőt az eddig még nyílt üvegesöböl kiszorította, ennek nyílása hevenyében beforrasztatik.

d) Az így beforrasztott cső a bezárt folyó test' lévő általi terjedésének könnyű észrevehetősége végett bizonyos és két állandó hőmérséki pont által meghatározott mértékkel láttassék el; e czélbul az említett hőmérői cső egyennagyságú részekre vagy fokokra, a melléje alkalmazott lapra jegyzett, vagy tágabb üres üveg hengerbe ragasztott papirosra irt, és számozott rovatok által osztatik föl. Ezen fokok nagysága, száma, és számlálási kezdete az első hőmérőben, melyet *Drebbel Cornel*, egy hollandhoni földművelő 1630-ban talált föl, más tökéletlenségeit nem említvén, önkényes volt. Nem sokára 1650-ben a hőmérő florencezi Academia által nevezetesen megjobbitatott ugyan, de mivel ez a fokosztályzatnak vagy rovásnak csak egy pontját, azt is csak a mélyebb pin-czék' hőmértékéhez szabottat, határozta meg, a hőmérő fokosztályzata ezután is önkényes maradt, míg az újabb időkben *Fahrenheit*, *Reaumur*, *Celsius* és mások által a hőmérői fokosztályzat meghatározására a víznek *fagy és forrpontja* nem ok nélkül választott. Ugyanis tapasztalás bizonyítása szerint a víznek, melyben összetört jég akár olvadási, akár származási állapotában létezik, hőmérséke mindenkor tökéletesen egyenlő, valamint az ugyanazon légnyomás alatti forró víznek is hőmérséke állandó. A fagy és forrpontok' feljelelése végett az elkészített hőmérői cső először felengedő jéggel vagy hóval kevert, azután forrásba hozott vízbe helyeztetik, és azon pont, mely az első esetben a szűkebb térbe vonult higanyoszlop' végének megfelel, fagypontul, a másik pedig, meddig a forró víz' melege által kiterjedt higany felemelkedik, forrpontul jegyeztetik meg. A két pont közti tér, mely *alaptár*-nak nevezethetik, egyenlő részekre vagy fokokra osztatván. Ezt *Reaumur* (1730) 80, *Celsius* (1742) 100, *Fahrenheit* pedig 180 fokra osztotta föl; két első a fagypontot 0°-al, a harmadik 32°-al, a forrpontot pedig *Reaumur* 80°-al, *Celsius* 100°-al, *Fahrenheit*

$180+32 = 212^{\circ}$ -al megjegyyezni vélte czélszerűnek. Ez utolsó nevezetesen a  $0^{\circ}$  pontot szalamia - só , és hó' keveréke által határozta meg. Ezen fokosztályzatok' akarmellyike mind a forrponton fölül, mind a fagyponton alul folytattathatik. Az  $0^{\circ}$ -on alul eső fokok tagadó (—), azon fölül levők pedig állító (+) jegyet viselnek. Mind a három fokosztályzat' nemét a 3-dik rajzban előállítva látni.

*I. Jegyzék.* Minthogy az említett fokosztályzatok egymástól eltérők, szükséges 1) hogy a hőmérséket jelentő fokok , a mint vagy *Reaumur* , vagy *Celsius* , vagy *Fahrenheit* fokosztályzataiak , *R* , vagy *C* , vagy *F* , betűvel különböztessenek meg. 2) Hogy egyik fokosztályzat fokai a másik fokosztályzat fokaira átváltoztathassanak , mit e következő egyenletek által könnyen tehetni :

$$(I) F = \frac{9}{4} R + 32. (III) R = \frac{4}{9} (F - 32). (V) C = \frac{5}{9} (F - 32)$$

$$(II) F = \frac{9}{5} C + 32. (IV) R = \frac{4}{5} C. (VI) C = \frac{5}{4} R.$$

ha ezen egyenletek kitételeikben előkerülő *F* , *R* , *C* bötük helyett átváltoztandó fokok' száma tétetik, és a megteendő számvetési munkálat véghezvitetik. Így például  $86^{\circ} F = 24^{\circ} R$  , mert a III-dik egyenletben *F* helyet tevén 86-ot lesz :

$$R = \frac{4}{9} (86 - 32) = 24^{\circ}$$

*II. Jegyzék.* Az itt előadott hőmérőkön kívül, még más szerkezetűek is használtak, de ezek a hévtanban fognak tárgyaltni.

## II. Czikk.

### Á t h a t l a n s á g.

15) Az áthatlanság alatt a testeknek azon tulajdona értetik, melly által minden test az általa elfoglalt térből minden más testet kizár. Ezen tulajdonság minden testtel szükségképen közös, mert ha bizonyos nyomás által bármelly test a térből kiszoríthatatnék, akkor az terjedtségét, melly mégis minden test nélkülözhetlen tulajdona, elvesztené, és test lenni megszűntetnék, a mit semmi véges erő meg nem tehet. Azonfölül bármelly test csak áthatlansága által hathat érzékeinkre, tehát áthatlanság nélkül nem lehetne külérzékeink tárgya, vagyis test. — Ennél fogva az áthatlanság kétsé-



genkívüli tételére minden kémlet fölösleges, mert azt a testek érzékeinkrei hatása elegendőképen bizonyítja.

16) Ha a testek' lényegét, és evvel összekapcsolt terjedtségnek, és áthatlanságnak okát keressük, azt tapasztalási uton soha fel nem találhatjuk, mert a tapasztalás, a testeknek érzékeinkre hatását, és így magát a terjedtséget és áthatlanságot is már föltételezi, és azért annak megfejtése végett csak kényállitmányokat hozhatunk föl.

*Jegyzék. a) A parányások (atomistae) fölteszik, hogy minden test igen kicsiny és különféle idomú, összszenyomhatatlan, oszthatlan és áthatlan részecskékből vagy parányokból áll, mellyek valami rendkívül finom leb (aether) működése által összeállanak, és a parányok' terjedtsége és áthatlansága miatt szinte ezen tulajdonokkal bíró testeket képeznek. De ezen kényállitmány nem egyszerű, mert a parányokon kívül még leb működését is, melly ismét valamelly más oktul függ, föltételezi, azon fölül sem a testek' lényegét meg nem fejtí; mert a testeket parányokból, azaz kisebb testekből képeztetni állítja; sem a test' terjedtségének, és áthatlanságának okát nem adja; minthogy ezen tulajdonokat a parányokban már előlegesen fölteszi.*

*b) Az erőszók (dynamicici) Kant után a testet két ellenkező, és egymást kölcsönösen korlátló alaperők nevezet szerint vonzó és taszító eredményének tartják, imígy okoskodván: minden testet csak annyiban ismerhetjük, a mennyiben érzékeinkre bizonyos hatási tehetséget gyakorol; de ezen hatási tehetség nem egyéb mint erő: tehát minden test a mennyiben érzékeink tárgya, nem egyéb mint erő. Ha erő, az nem lehet másféle mint vagy vonzó, vagy taszító, vagy mind a kettő egygyütt. De sem vonzó erő, sem taszító erő egyedül testet nem képezhet: nem az első, mert ez magányosan természetéhez képest végetlenül, tehát egy pontba összszechuzódnék, és így testet, mellytől a terjedtség elválaszthatlan, nem képezne; nem a második; mert ez természeténél fogva végetlenül kiterjedne, s a tért, melly ható tárgy nélkül nem anyagi test, érzékeinkre nézve üresen hagyná. Ha pedig mind a kettő együtt működik, a vonzó korlátozza a taszítót végetlen terjedésében, taszító pedig a vonzónak egy pontbai összszechuzódását akadályozza; s így ezen erők' bizonyos határok közti egyensulya által képezik a terjedtséggel bíró áthatlan testet; mellynek a térből kiszorítása, és áthatása semmi véges erő által meg nem történhetik; minthogy az csak a nevezett erők megsemmisítésével volna lehetséges, erre pedig minden véges erő elégtelen. — Az alaperők működéséből, egyensulyi állapotjuk változásából, s onnét eredő egymás iránti viszonyaiknak különbségéből származtatják az erőszók mindennemű testek különbségét és változását.*

*c) Az említett kényállitmányok közt közép utat tart az elemészeké, melly Boschovichius után a testeket metaphysikai elemekből, és azoknak vonzó s taszító erejökkel egymásra hatásából credni állítja. Ezen véleményt a tüne-*



ményeknek könnyebb fölfogása végett, az előbbieknél ajánlhatóbbnak ismerjük a nélkül, hogy általa a testek lényegét megfejtettnek állítanók.

17) Azon áthatlan elemek összege, mellyek a térfogatot betöltik, vagy legalább azt betölteni látszanak, *tömeg* nevet visel. A test' tömegének és térfogatának egymás iránti viszonya határozza meg a test *sűrűségét*, avagy *tömöttségét*; mert bizonyos térfogatú testnek annál nagyobb a sűrűsége, minél nagyobb a tömege, avagy *két egyenlő térfogatú testnek sűrűsége olly viszonyban vagyon egymáshoz mint azoknak tömegei, azaz*

$$D: d = M: m. \dots (I);$$

ha  $D$  és  $d$  összehasonlított testek sűrűségét,  $M$  és  $m$  tömegét jelenti.

Továbbá egy bizonyos tömegű testnek annál nagyobb a sűrűsége, minél kisebb a térfogata; ezen tekintetben tehát *két egyenlő tömegű testnek sűrűsége megfordított viszonyban vagyon a térfogatukkal*, azaz, ha az összehasonlított testek' térfogatát  $V$  és  $v$ -el jelente lesz:

$$D: d = \frac{1}{V} : \frac{1}{v} = v: V. \dots (II).$$

Hogy kitűnjék micsoda viszonyban áll a tömeghez és térfogathoz olyan testek sűrűsége, mellyeknek mint térfogatuk, mint tömegük különbözök, összehasonlításul egy olly harmadik testet veszünk föl, mellyek térfogata az imént összehasonlított testeknek elsőjével, tömege pedig a másodikéval egyenlő, ezen testnek  $\delta$ -nek nevezett sűrűsége a  $D$  sűrűséggel összevetve lesz:

$$D: \delta = M: m \dots (III);$$

mert az egyenlő térfogatok a viszonyban változást nem okoznak. Ugyanazon  $\delta$  a  $d$  sűrűséggel összehasonlítva lesz:

$$\delta: d = \frac{1}{V} : \frac{1}{v} \dots (IV);$$

mert itt az egyenlő tömegek tekintelbe nem jönnek. A (III.) arányt szorozva (IV-el) lesz:

$$D \delta: d \delta = \frac{M}{V} : \frac{m}{v} \dots (V);$$

első viszonyt

$$\delta\text{-el osztva } D: d = \frac{M}{V} : \frac{m}{v} = Mv: mV \dots (VI);$$

azaz: a sűrűségek a tömegekkel egyenes, a térfogatokkal megfordított viszonyban állanak.

## II. FEJEZET.

A testek történetileg közös tulajdoni.

### I. Czikk.

#### L i k a c s o s s á g.

18) A térfogat, és tömeg közti viszony nem minden testben egyenlő, tehát léteznie kell a testek' térfogata alatt kisebb vagy nagyobb hézagoknak, avagy *likacsoknak*, melyek tömeggel nincsenek kitöltve; azaz a testek likacsossággal bírnak. Ezen tulajdonságot tapasztalás útján minden testben föltalálhatni. Némely testekben a likacsok már tiszta szemmel is észrevehetők; másokban csak nagyító üvegek által láthatók; többeknek likacsosságát csak valamely folyó testnek azokon átnyomásából, vagy belsejükben létező levegőnek kiszabadulásából bizonyítjuk, avagy következtetjük; így például a higany már kéznyomás által keresztül megy a szarvasbőrön, sajtó vagy légnyomás által pedig a nem igen tömött fán is keresztül nyomható; a vízbe süllyesztett fának belsőjéből, tehát hézakaiból légbuborékok jönnek föl, melyek egész buborékzapporrá válnak, ha a víz fölötti levegő légszivattyu által megritkítatik; sőt magából a vízből, és más folyó testekből a légritkított térben annyi buborék fejlődik ki, hogy a folyadék zavarossá válni látszik; az állati testek likacsosságát az izzadás, és folytonos kipárolgás eleget bizonyítja. Több merő testek, főkép' a folyó állapotból szilárdokká váltak, szakadatlan összefüggésük miatt, likacs nélkülieknek látszanak, de ezek likacsosságát is onnét következtethetjük, hogy elegendő erők hatása által kisebb térfogatba szoríthatók; így például a kő, üveg, fémek nagyobb hatásu nyomás vagy meghűtés által kisebb térfogatúak lesznek; ha horgany vörös rézzel olly arányban, mely a sárga réz képzésére szükséges, összeolvasztatnak, előbbi térfogatuknak  $\frac{1}{10}$  részével szűkebb térfogatba szorítóznak, valamely kemény lapra löketett márvány vagy elefántesont golyó lökés pillanatában az érintkezési helyen gömbölyűségét elveszti; tehát kisebb térfogatba szorul, a mi likacsosság

nélkül meg nem történhetnék. Ezen, és más illynemű tünetmények a testek áthatlansága mellett likacsosság nélkül nem történhetők.

*Jegyzék.* A parányászok rendszere a likacsosságot minden testben mint közös tulajdonságot föltételezi, mert e nélkül a test, parányai öszszenyomhatlanok lévén, bármely erővel öszsze nem nyomathatnék. Az erőszök rendszere pedig egyes testek likacsosságát tagadja; minthogy azonban még is tapasztalás szerint a testek likacsosoknak találhatnának, azokat az egyes és likacs nélküli testecskék halmazának tekinti. Az elemészek rendszere minden testet szükségképen likacsosnak állít; mert szerinte a test nem egyéb mint az egyszerű elemeknek az alaperők által egyesített kisebb vagy nagyobb mennyisége; már pedig ezen együttléti állapotban az egyszerű elemek kölcsönös áthatás nélkül egymást meg nem érinthetik, mert vagy részint érintenék egymást, vagy egészen; de azt sem részint nem tehetik, mivel mint egyszerűeknek részük nincs, sem egészen, minthogy akkor az egyik ott léteznék a hol a másé, azaz egymást áthatnák, és semmi testet nem képeznének; tehát hogy testet alkothassanak, egymásközt házagokat avagy likacsokat hagy-niok kell.

## II. Cikk.

### O s z t h a t ó s á g.

19) Minthogy minden test terjedséggel bír, megkülönböztethető részei is vannak, melyek mint a mindennapi tapasztalás tanítja, kisebb vagy nagyobb erővel egymástól elválaszthatók; tehát a testek birnak oszthatósággal. Melly csudálkozásra méltó kis testek származhatnak a részint mesterségtől, részint természettől végbe vitt elosztás által, következendő adatokból kitünik. Az ugynevezett aranyfüst készítőek egy szemer aranyt  $48 \square$  ujjnyi területre kitudnak nyújtani: mivel minden  $\square$  ujjnyi hosszúság parányosztó által 200, még pusztá szemmel látható részekre két irányban könnyen elosztható, egy  $\square$  ujjnyi arany levelkében 40000,  $48 \square$  ujjnyiban pedig 1920000, közel 2 millió látható rész vagyon. A huzalvonók \*) egy 22 ujjnyi hosszú, 15 vonalnyi vastag és 1 obon arannyal befödött ezüst hengert 110 franczia mértföldnyi hosszúságra kinyujtanak, a nélkül, hogy az arany valahol megszakadna rajta. Ha ezen hosszúságnak minden ujjnyi része 200 részre osztatnék, a látható részek száma 26 milliót meghalad, és egyegy szemer arany több mint 6 millió részeket ad. Ezen aranyozás vastagsága olly

---

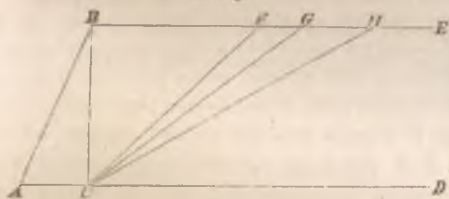
\*) *Huzal* (Draht) a huz-ból, valamint *vonat* a von-ból származtatott.

csekély, hogy *Black* számítása szerint egy hüvelyket 14 millió illy levelke tenne, holott ugyanannyi író papiros egymásra téve körülbelöl 600 öltre terjedne. — *Vollaston* érenyböl  $\frac{1}{30000}$  ujjnyi

vastag huzalt készített, melly csak izzó állapotban vala látható. Egy szemer carmin 20 font vizet képes észrevehetőleg vörösre festeni. Egy csöp jószagu olajnak illatja, ha meleg által elpárologtatik, jókora szobában érezhető. Pézsma pedig bár kis mennyiségben véve nagy teremeket szagával megtölt a nélkül, hogy súlyából valamit észrevehetőleg vesztene. *Löwenhoch* egy rothadásba menő folyadék nagyon picziny csöpjében az úzalék állatkák számát 2 millióra bőcsülte, pedig ezekben még egyéb részeket is meg lehet különböztetni.

*I. Jegyzék.* Bármelley parányiak is az említett elosztásoknak eredményei, mégis csak testek azok, és ha nem is tetteleg, legalább gondolattal még tovább oszthatók. A régibb természetvizsgálók nagy fontosságnak tarták meghatározhatni, mennyire legyen a test elosztható. De ezen kérdésre különböző a felelet, a mint az vagy parányászi, vagy erőszí, vagy elemészi szempontból méltányolatiak. Paranyászak a test elosztását csak a parányokig vallják folytathatónak; mert ezek már az ő nézetük szerint természetüknel fogva eloszthatatlanok. — Az erőszük ellenben, minthogy minden egyes testet likacs nélkülinek, tehát folytonos nagyságnak lenni állitnak, azt nézetükhöz hív következetességgel, nem különben mint az általa betöltött tért végetlenül oszthatónak vallják, és e következő mértani bizonyítással erősítik. *ABC* (4. rajz) háromszög jelentsen valamelly testet, ennek *A* és *C* pontjain vonas-

4. rajz.



sék *AD*, *B* pontján pedig *BE* végetlenül hoszszu vonal úgy, hogy *AD*-vel egyenközü legyen; *A* pontbul *BE* vonal különbféle pontjaira *AF*, *AG*, *AH*, sat. vonalakat huzván, a fölvelt testnek egy részét mindegyik elvágja, s így a

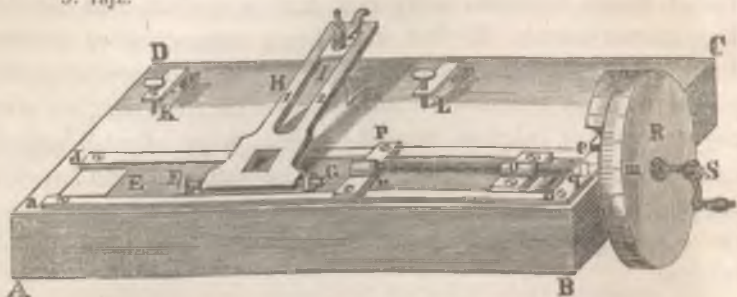
*C* betünél maradott háromszögü rész annál kisebb leend, minél távolabbi pontra *E* felé huzatnak az említett vonalak. Már most kérdezhetni, mikor lesz az elosztás által megmaradott háromszögü rész olly kicsiny, hogy már kisebb ne lehessen. Akkor, ha *A*-bol *BE* vonal valamelly távol eső pontjára vont vonal *AD* vonallal összeesik; már pedig ez lehetlen, mert akkor *BE*-nek is össze kellene valahol jönni *AD*-vel, mit azonban az egyenközü vonalakrol állítani képtelenség. Az elemészek a testek' végnélküli oszthatóságát el nem ismérhetik; mert ha valamelly test' részeinek összekötését gondolattal megsemmisítik, vagy marad fönn valami azon testből, vagy semmi; de semmi nem



maradhat, minthogy akkor a test csak semminek összekötése volna, tehát marad valami minden összekötés nélkül, mi tovább már el nem osztható.

*II. Jegyzék.* Olly készüllet, mellynek segítségével valamelly vonal, vagy terület bizonyos számú egyenlő részekre osztathatik, *osztógépnek* nevezetik. — Ez többféle szokott lenni, itt csak az 5-dik rajzban ábrázolt szolgál-

5. rajz.



jon például. Részei a következők: *ABCD* egy jól kiszárított fából készült alj, mellyre *abcd* sárga réz lemez *ab* és *cd* sárga réz lécczel ellátva erősítve van. Ezen léczek egymásfelé néző oldalaik rézsun metszelve lefelé taguló fecskefarkat képezvén, egy közibök csíszolt *E* aczél tolattyút tartalmaznak, mellyen *F* és *G* támaszokból fektmentesen kiálló hegyes csavarok közt függélyes síkban mozgatható *H* ráma látható, ennek pedig 1 és 2 szárai közé irla, vonalzó, toll, gyémánt tű, vagy egyéb karczó szer fűlfogására alkalmas *I* tolattyú létezik, mellynek ide vagy oda mozdítása által *K* és *L* szoríttuk alá feszített lapon egyenes vonalt húzhatni. Hogy már most a további vonalak egymástól csak bizonyos távolságban húzathassanak, azt *E* tolattyúnak szabatos tovább mozdításával érhetni el. *E* czélra alkalmas eszközül *mn* csavar szolgál, melly *E* tolattyúval egyesített *o* csavar hüvelyen keresztül vezetettvén hegyes *n* végével *ab* és *cd* léczeket összefoglaló *p* részre támaszkodik, és *q* gömbbel ellátott végénél egy réa illő nyakló által leszorítva van. Ha az ekkép alkalmazott *mn* csavar hosszának menetében minden mozgástól mentesítve a végén látható, és többnyire 100 egyenlő részre fölosztott *R* körény segítségével *S* forgattyú által tengelye körül bizonyos számú osztályrészekkel tovább fordítatik, *E* tolattyú is a rajta levő *III* vonalzó eszközzel együtt tovább nyomul, és általa az *I*, *K* szoríttuk alá erősített lapnak egyenlő és kívánt nagyságu részekre fölosztása lehetséges. Ugyanis, ha a csavar egy ujjnyi hosszúságban *m* számú menetekkel bír, akkor *III* vonalzó a csavarnak minden egyes fordulatára  $\frac{1}{m}$ -dik ujjnyi tért halad; ha pedig *R* körény kerülete *n* számú részekre van fölosztva, és a csavar egyszerre csak egy illy osztályrészszel fordítatik tovább, *III* vonalzó is  $\frac{1}{m}$  ujjnyi térnek csak  $\frac{1}{n}$ -nyi vagyis egy ujjnak  $\frac{1}{mn}$ -nyi részét teszi. — Már most, ha minden illyen mozdulat után a leszorított lapra vonal húzatik, egy vonalnak a másiktól távol-

sága lészen  $\frac{1}{mn}$  ujjnyi; ha  $m = 100$ , és szintén  $n = 100$ , lészen  $\frac{1}{mn} = 10000$ , avagy a fölosztandó lapnak egy ujjnyi hosszúsága 10000 egyenlő részre fölosztva leend. Illyféle eszközzel *Frannhoffer* egy ujjnyi térségű üveg-lapra gyémánt tű segítségével 32000 egyenközü és egyentávolu vonalt húzott

### III. Czikk.

#### M o z g é k o n y s á g.

20) Azon tér, melyet minden test elfoglal, ha nagysága tekintetbe nem vétetik, *hely*-nek neveztetik; ennek folytonos megtartása *nyugvás*, változtatása *mozgás* nevet visel; a test pedig, a mennyire helyét változtatni képes, *mozgékonnak* mondatik. Hogy a mozgékony-ság minden testtel közös, bizonyítják azon egymást folytonosan fölváltó változások, vagy általánosan szólva tünet-mények, melyeket mind égi, mind földi testekben tapasztalunk, mert ezek mozgás nélkül nem történhetnek. Mindenki meg van győződve, hogy földünknek nemcsak kisebb, hanem nagyobb részei is helyből mozdíthatók, ha meggondolja, hogy földindulás alkalmakor egész országok megrendíttetnek, s hogy egész földünk a nap körül forog. — Azonban egy test sem képes önkényt helyét megváltoztatni, hanem valamelly oknak kell reá hatni, hogy a mozgás eszközöltessék, ezen okot *erő*-nek nevezzük.

21) A mozgás tehát valamelly erőnek mint oknak okozata; minek következtében ezen általánosan elismert elv szerint: *az okhoz mindig arányzott az okozat*, bármelly nagy testben bármelly kicsiny erőnek is magához arányszerű mozgást kellene előhozni, mit azonban a tapasztalás sokszor nem látszik igazolni. — Ennek oka azon körülményben fekszik, hogy a testek mozgásának többféle akadályok ellenszegülnek. Ugyanis a testek vagy egymással összekötésben állanak, vagy legalább is érintkezésben vannak, és közönségesen csak léggel vagy vízzel töltött térben mozoghatók; ennélfogva tehát azon erő, melly a mozdítandó testnek másokkali összekötésből, vagy azokkali érintkezéséből származott surlódást, és a helyből mozdítandó víz vagy levegőnek visszahatása miatt eredett ellentállást meg nem győzheti, mozgást csakugyan előhozni nem képes

## IV. Czikk.

### T e h e t l e n s é g.

22) Egy test sem képes a nyugvási vagy mozgási állapotát önkényt megváltoztatni, s ezért méltán *tehetlennek* mondatik. Hogy a nyugvás állapotát önkényt meg nem változtathatja, már abból elegendőkép kitűnik, miszerint minden mozgás valamely erőnek okozatja. — De a mozgás állapotát sem változtatja meg a test; mert tapasztalás szerint a valamely erő által mozgásba hozott test mozgását még az erő hatásának megszűnte után is folytatja, így például az ágyuból kilövetett golyó, a föllobbant löpor hatása után is halad; az égi testeknek folytonos mozgása, földünknek a nap, s tulajdon tengelye körüli forgása ugyanezt bizonyítja. Sőt még azon tapasztalás is, hogy a földszinén mozgásba hozott testek előbb utóbb nyugvási állapotba visszatérnek, erősíti a testek tehetlenségéről meggyőződésünket; mert ezek mindenkor csak valamely erő működése, vagy a mozgás akadályainak, mint ugyanannyi erőnek, reájok hatása miatt hozatnak nyugalomba, ezen erők és akadályok nélkül mozgásukat eredeti irányban, egyenletes sebességgel folytatandók. All tehát: *hogy minden test nyugalmi vagy mozgási állapotában megmarad változatlanul mindaddig, míg csak valamely erő azt meg nem változtatja.*

Innét érthető: miért kerül nagyobb erőbe a terhelt szekeret megindítani, mint a megindítottat mozgásban tartani; miért sebes futás közben egyszerre meg nem állhatunk.

## V. Czikk.

### N e h é z s é g.

23) *Nehézségnek* vagy *nehézségerőnek* neveztetik a testeknek azon tulajdona, mellynél fogva egymáshoz jutni törekszenek. A mennyire ezen törekvés az égi testekben észrevehető, *közönséges nehézség*, a mennyire pedig egész földünk, és ennek egyes testei közt mutatkozik, *földi nehézség* nevét viseli; itt csak az utolsó tárgyaltatik. — Hogy földünk és ehhez tartozó egyes testek közt az egymáshoz közelítési vonzalom csakugyan létezik, számtalan tünemények bizonyítják. Így minden magára hagyatott test, és ennek minden legkisebb részecskéje bármely magosságról föld

felületére esik; valamelly alapon nyugvó, vagy fonalról függő test pedig a különben esést okozandó törekvését első esetben alapjának folytonos nyomásával, másodikban a fonal lefeléi feszítésével nyilvánítja. Ezekből kitünő, hogy földünk egyes testeire bizonyos vonzó erőt gyakorol, melyet a hatás és visszahatás mindenkori egyenlősége miatt az egyes testek is egész föld tömegére viszonyznak. Ezen nehézségi erő által a föld felületét képező testek az egész föld tömegéhez közeledni folytonosan törekszenek, s csak akkor állapodhatnak meg, midőn az egész föld tömegétől a lehető legkisebb távolságra vannak, de akkor szükségképen gömbidomú fölületet képeznek, és így a nehézség működése által földünknek gömbidomuvá kelle alakulnia.

*Jegyzék.* A fülhőknek, füstnek s több e füléknek nehézségét azon okból tagadni, mivel a légben közönségesen fölfelé emelkednek, olly képzelenség volna, mint a léggolyót, s magával fölemelt léghajósokat minden nehézség nélkülieknek nyilvánítani.

24) *Nehézségerő hatása a vonzó test tömegével egyenes. a vonottoli távolságnak négyzetével pedig megfordított viszonyban áll.* Ugyanis a mondottak szerint a testnek minden legkisebb részecskéje birván nehézségerővel, következik: miként két különböző tömegű testek közül bizonyos távolságra az fog nagyobb vonzó erőt kitüntetni, melly több részecskékből áll, azaz mellynek nagyobb tömege vagyon; áll tehát:

$$P: p = M: m \quad . \quad . \quad (I);$$

$P$  és  $p$ -el a nehézséget,  $M$  és  $m$ -el a test tömegét jelentvén. — Továbbá képzeljünk  $C$ -ben (6. rajz.) egy anyag pontot, melly vonzó

6. rajz.



erejével az őt környező  $A$  és  $B$  üres gömbök belső felületére hat. Ezen anyag pontnak összhatása mind  $A$ , mind  $B$  felületre egyenlő, de mivel  $B$  felület  $A$  felületnél nagyobb,  $B$  felületén annál több pontra szétterjed, minél nagyobb  $B$  felület amannál; tehát  $B$  gömbnek egyes pontjai  $C$  anyag ponttól annál kisebb vonzást éreznek, mint  $A$  gömb egyes pontjai, minél nagyobb  $B$  gömb felülete  $A$  gömb felületénél; vagy minél nagyobb  $B$  gömb sugarának négyzete  $A$  gömb sugarának négyzeténél; mint-



hogy pedig ezen gömbfelületek sugarai  $C$  ponttól távolságokat tesznek, ezeket  $D$  és  $d$ -vel jelentvén lesz :

$$P : p = \frac{1}{D^2} : \frac{1}{d^2} \dots (II);$$

ha tehát  $B$  gömb félmérője két akkora mint  $A$ -é, annak minden egyes pontja négyszer kevesebb vonzást érez mint  $A$  gömb egyes pontja. — (I) és (II) arányok az ismert módon összetételeztvén leszén :

$$P : p = \frac{M}{D^2} : \frac{m}{d^2} \dots (III);$$

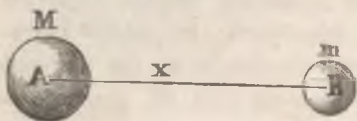
mellyből kitűnik a nehézségerő hatásának fönn kimondott viszonya mint tömegi, mint távolsági tekintetben. Ha az imént nyert arányban feltételezzük, hogy  $d=1$ ,  $m=1$ ,  $d=1$ , akkor lesz :

$$P = \frac{M}{D^2} \dots (IV).$$

25) *A földnek nehézségi ereje, minden egyes földi testekre nézve egyenlőnek tekintendő.*

Legyen  $A$  és  $B$  (7. rajz.) két egymást kölcsönösen vonzó test, mellyeknek vonzó erejét je-

7. rajz.



lentvén  $P$  és  $p$ , tömegét pedig  $M$  és  $m$ , az előbb kifejtett törvény szerint lesz :

$$P = \frac{M}{AB^2}, \text{ és } p = \frac{m}{AB^2}; \text{ és innét :}$$

$$P : p = \frac{M}{AB^2} : \frac{m}{AB^2} = M : m \dots (I);$$

azaz ezen két test vonzó ereje tömegükkel egyenes viszonyban van. — Ezen kölcsönös vonások miatt  $A$  és  $B$  testek egymáshoz közeledni fognak, míg bizonyos idő lefolyta alatt valamely  $x$  pontban össze nem jönnek, és akkor  $A$ -tól megfutott tér leszén  $Ax$ ,  $B$ -tól megfutott tér  $Bx$ ; minthogy pedig nagyobb erő által nagyobb tér megfutása, és megfordítva, eszközöltetik, és a fölvetett esetben  $P$  erő  $Bx$ ,  $p$  erő pedig  $Ax$  tér megfutását eszközli, áll a következő arány  $P : p = Bx : Ax \dots (II);$

(I) és (II) arányokat összeztelevén leszén :

$$Bx : Ax = M : m \dots (III).$$

Már ebből következik, hogy ha  $M = m$ ;  $Bx = Ax$ ; azaz kölcsönös

távolságuk' középpontjánál fognak összejönni; de ha  $M > m$ ;  $Bx > Ax$ , és így a két test összeütközése nem eredeti távolságuk középpontján történik, hanem a nagyobb tömeghez annál közelebb, minél többel haladja meg a kisebbet; végre ha  $M$  szerfölött nagyobb  $m$ -nél,  $Bx$  is szerfölött nagyobb lesz  $Ax$ -nél, és így a szerfölött nagyobb tömegű test helyből érezhetőleg nem mozdul, a szerfölött csekélyebb tömegű pedig az egész  $AB$  tért megfutja. — Ugyanez történik a testeknek földre esésekor is; tudniillik az egyes testek tömegci — bár mekkorák legyenek is azok --- teljesen észrevehetetlenek a föld roppant tömegéhez hasonlítva; tehát egy olly közegben, mellynek ellenállása nincs, minden bármelly különböző tömegű testek bizonyos idő lefolyta alatt egyenlő téren, következésképen egyenlő sebességgel is esnek. Ezen igazságot a tapasztalás is bizonyítja; mert légüres térben az arany nem esik sebesebben, mint a pöhöly, és akár-melly nagyobb tömeg egyenlő sebességgel esik a kicsinyivel, mint ezt a légszivattyú segítségével eszközölt légüres térben teendő kísérletek által bebizonyíthatni. — Ennélfogva tehát, minthogy minden szabadon eső test, és annak minden legkisebb részecskéje által bizonyos idő alatt megfutott tér egyenlő, nem kételkedhetni: hogy azon tér megfutásnak oka is, a földi nehézség, minden egyes testre, és ennek egyes részecskéire nézve egyenlő. Az esésnek első másodpercében megfutott tér a német természettudósok szerint  $g$  betűvel jelentetik; a francia tudósok azonban  $g$ -vel az esésnek első másodperc végeig nyert sebességet, az ugyanazon idő alatt megfutott tért pedig  $\frac{1}{2}g$ -vel szokták jelenteni.

26) *A földi nehézség úgy tekinthető, mintha az a földnek csak középpontjából működne.* Tudván hogy  $A$  föld (7. rajz.) gömbölyű, s föltevén hogy tömegének sűrűsége vagy átljában, vagy csak a középpontjától egyenlő távolságu részeiben egyenlő, vonzó erejére nézve, mellyet  $B$  testre gyakorol, semmi változást nem szenved, ha tömegének minden részecskéji egymást áthatva a középpontba összehúzódnának; mert az által a tömeg erejével együtt csak összpontosulna, a  $B$  testtől távolság pedig a mennyire kisebbednék a középponton túl eső résznek összehúzódása miatt, ugyanannyira nagyobbodnék a középponton innen eső résznek összehúzódásával, és így nem változnék; tehát az egész  $A$  föld  $B$

testre összműködésének nagysága ugyanazon maradna. Ennélfogva könnyebbség okáért földünket úgy tekinthetjük, mintha egész vonzó erejét középpontjából gyakorolná. Ugyanezen okoskodás a föld által vonatott testekre is alkalmazható; tehát ezek is úgy tekinthetők, mintha a föld által egész tömegükre gyakorlott vonzás csak tömegüknek bizonyos pontjára működne. Ezen pont — szoros meghatározásáról alább levén szó — *nehézség középpontja*-nak vagy *súlypontnak* neveztetik.

27) Miután a föld, és reá eső testek közt úgy áll a dolog természete, mintha annak középpontjából kilató nehézségi ereje emezeknek csak a nehézség középpontjára működne, következik: hogy minden testnek szabad térbeni esése a nehézség középpontján a föld középpontjára huzott vonal irányában történik, melly oknál fogva az említett vonal *irányvonálnak*, vagy mivel ezt egy szabadon függő testnek a föld középpontjáig hosszított fonala előtűnteti, *függélyes vonálnak* is neveztetik; azon sík vagy vonal pedig, mellyre a függélyes vonal merőlegesen ereszkedik, *fekmentes*-nek vagy mivel a nyugvó víz fölülete is ilyen síkot képez, *vízirányos*-nak vagy *vízszintes*-nek is mondatik. Két egymástól nem igen távol helyeken eső testek irányvonalai, földgömbünk középpontjának nagy távolsága miatt egyenközű vonalaknak tekinthetők, kivévén, ha a két egymástól nem igen távol helyek közt nagy hegytömeg létezik, mert az vonzó ereje által mind a két felén eső testek irányát maga felé hajlítottván, nem engedi, hogy azok egyenközűek, és a fekkmentes síkra merőlegesek lehessenek, valamint ezt *Condamin* és *Bouger* Chimborasso hegy mellett tapasztalták, melly a függő test irányvonalát a valódi függőleges vonaltól 7 másodperccel eltántorította, mit azonban kisebb hegyek, s ezeknél még kisebb tömegű tárgyak, például házak falai, észrevehetőleg épen nem tehetik, mert ezeknek tömege az egész földével érezhető viszonyban nem áll, tehát vonzó erejük sem.

28) A földi nehézség vonzó ereje nem minden helyen egyenlő. Minekutána áll  $P = \frac{M}{D^2}$  (24), bizonyos hogy a nehézség-erő vonzása csak akkor változatlan, ha mind a vonzó tömeg, mind annak a vonatott tömegtől távolsága állandóan megmarad; már pedig a

földnek különböző helyein majd az egy irányban vonzó tömeg, majd ennek a vonatottóli távolsága, majd mind a kettő változik. Nevezetesen

a) Midőn a test a földszinéről valamely magasságra fölemel-  
tetik, a föld vonzó tömege reá nézve nem változván, változik annak  
a vonzó tömegtől, tudniillik a föld középpontjától távolsága; ha  
tehát  $c$  magosságnak négyzete, a föld fél átmérőjének négyzetével  
összevetve már érezhető viszonyban vagyon, akkor az említett test  
érezhetőleg kevesebb erővel fog a föld középpontjától vonatni, és  
így kisebb sebességgel is esni. E szerint tehát a testek szabad  
esésének első másodperczében megfutott, és  $g$  betű által jelentetni  
szokott tér csak helyzeteik' egyenlő magosságának feltétele alatt  
egyenlő; a különböző magosságokon létező testekre nézve pedig  
különböző nagyságu. Azonban azon magosságok, melyekre köz  
életi foglalkozásainkban a testeket fölemelhetjük, csekélyebbek,  
mintsem a nehézség kisebbitésére jelentékeny befolyást gyakorol-  
hatnának; azért a föld színén létező testre érezhetőleg nem hat  
nagyobb nehézségerő, mint hatna, ha az valamely torony csucsáig  
fölemeltetnék.

b) Nem különben kisebbedik a földi nehézség hatása azon  
testre, mely földszinéről annak gyomrába nagyobb mélységre leszáll;  
mert a földgömbnek tetemes részét maga fölött hagyván, az őt föld-  
középpontja felé vonzó tömeg nemcsak kisebbedik, hanem ezen  
kívül még a föltte létező tömeg által ellenkező irányban is vonatik,  
annyira, hogy a föld középpontjánál létező térben a nehézségerő  
már nem lehetne érezhető.

c) De még a földszinén sem mindenütt egyenlő a nehézség  
vonzó ereje. Ugyanis pontos mérések által be van bizonyítva, hogy  
földünk nem tökéletes gömbidomu test, hanem egyenlítője irányá-  
ban valamennyire domborúbb, mint sarkainál; ennél fogva a föld  
középpontjától távolsága az egyenlítő alatt nagyobb, földszarkai körül  
kisebb; tehát a nehézségerő hatása is amott kisebb, itt pedig  
nagyobb leend. Ide járul még az is, miszerint a földnek tengelye  
körüli forgása az egyenlítő alatti testek' nehézségét észrevehetőleg  
kisebbiti, miről azonban alább környülményesebben értekezendünk.

29) Azon nyomás, melyet egy fektentes lapon nyugvó test  
arra függélyes irányban folytonosan gyakorol, *suly*-nak neveztetik,  
és nem egyéb, mint a testet alkotó egyes részecskék a föld közép-



pontja felé nehézkedésének összege. A testekben kétféle súly különböztetik meg, úgymint: *átalános és fajbeli*.

30) *Átalános súly* a testnek azon nyomása, melyet térfogatára nem figyelve az alapjára gyakorol. Ez annál nagyobb, minél több részecskékből áll a test; ha tehát két egyenlő magosságokban létező testnek átalános súlyát nevezzük  $P$  és  $p$ -nek, részecskéik számát pedig, vagyis tömegét  $M$  és  $m$ -nek, lesz:

$$P: p = M: m \dots (I),$$

azaz: *egyenlő magosságban létező testek átalános sulya tömegükkel egyenes viszonyban ragyon.*

Továbbá két különböző magosságokban létező, de egyenlő tömegű testek közül annak leszzen nagyobb átalános sulya, mely a szabad esésnek első másodpercében, tehát ugyanazon idő alatt nagyobb végső sebességet kap; ezt különböző magosságú helyekre  $C$  és  $c$ -vel jelentvén, leend:

$$P: p = C: c \dots (II),$$

azaz: *különböző magosságokban létező testek átalános sulya a szabad esés első másodpercében nyert sebességgel egyenes viszonyban áll.*

A nyert arányok szokott módóni összetétele által leend:

$$P: p = MC: mc \dots (III);$$

mellyből, ha  $p=1$ ,  $m=1$ ,  $c=1$  következik:

$$P = MC;$$

minthogy pedig  $C$ , t. i. a szabad esés első mpercében nyert végső sebesség, mint az utóbb előadandókból kitünend, egyenlő  $2g$ -hez ( $g$ -vel az első mperc alatt megfűtött tért jelentvén) leend:

$$P = 2gM;$$

azaz: *bármelley testnek átalános sulya a tömegének és a szabad esés első mpercében nyert végső sebességének egymással szorozatával kifejezhető.*

*Jegyzék.* Az átalános súly gyakorlati meghatározására bécsi sulymértékben 1 font vétetik alapul, melly polgári vagy orvosi; polgáriban 16 obon (uncia), orvosiban csak 12 obon ragyon; egy obon 2 latból, egy lat 4 nehezékből, egy nehezék 3 terecsből, egy terecs 20 szemerből áll. 100 font mássának nevezetik.

Az új franczia sulymérték egységét teszi a gramme, melly nem egyéb, mint azon tisztá víznek sulya, melly 3° R mérséklete alatt egy kocza idomú,

és minden lapjában 1 □ centimeterü edénybe fér. A gramme-nak  $\frac{1}{10} =$

decigramme, ennek  $\frac{1}{10}$ , vagy gramme-nak  $\frac{1}{100} = \text{centigramme}$ ; ennek pedig  $\frac{1}{10}$ , vagy decigramme-nak  $\frac{1}{100}$ , és gramme-nak  $\frac{1}{1000} = \text{milligramme}$ . A dekagramme, hektogramme, kilogramme ellenkező értelemben vétetnek. Egy gramme a bécsi súlymérték szerint tesz 13,714 szemert; egy kilogramme pedig 1,7857 fontot; egy bécsi font 560012 milligramme-ot.

31) A *fajbeli* vagy *viszonos súly* azon nyomás, melyet bizonyos térfogatú test alapjára gyakorol; már pedig két különfajú, de egyenlő térfogatú testek közül az gyakorol nagyobb nyomást, melynek tömötsége nagyobb; ha tehát ezen testek' fajlagi súlyát  $S$  és  $s$ -nek, tömötségét  $D$  és  $d$ -nek nevezzük, léssen:

$$S : s = D : d \quad . \quad . \quad . \quad (I);$$

azaz: *a fajlagi súlyok egyenes viszonyban vannak a testek tömötségével.*

Továbbá a 17-dik szám szerint ezen arány áll:

$$D : d = \frac{M}{V} : \frac{m}{v} \quad . \quad . \quad . \quad (II);$$

ezt az (I) jelű aránnyal összetevén, áll e következő is:

$$S : s = \frac{M}{V} : \frac{m}{v} \quad . \quad . \quad . \quad (III);$$

minthogy pedig a tömegek egyenes viszonyuak általános sulyaikkal (29. I), előbbi két utolsó arányban  $M$  és  $m$  helyett  $P$  és  $p$  tétethetik, és lesz:

$$D : d = \frac{P}{V} : \frac{p}{v} \quad . \quad . \quad . \quad (IV);$$

$$\text{és } S : s = \frac{P}{V} : \frac{p}{v} \quad . \quad . \quad . \quad (V);$$

azaz: *a tömötségek vagy fajsúlyok általános sulyokkal egyenes, térfogatokkal pedig megfordított viszonyban vannak.*

I. Jegyzék. A tesiek tömötségének mértékeül szolgál a  $3^0 R$  mérsékletű tiszta víznek tömötsége, mely egységül vétetik, és egyéb testek tömötségével a (IV) arány szerint összehasonlítatik; ezen összehasonlításból azonnal kitűnik, hányszor sűrűbb, vagy tömöttebb valamely test a víznél. Könnyebbség okáért fölvetetik, hogy a tömötségre nézve összehasonlított valamely testnek és víznek térfogataik egyenlők, vagyis  $V = v$ ; és mivel a  $v$  térfogat alatti víznek tömötsége, melyet  $d$ -nek nevezünk, egységül vétetik,  $d = 1$ . Ennélfogva (IV) arány e következőbe megy által  $D : 1 = P : p$ ; és ebből

$$D = \frac{P}{p} \dots (\alpha);$$

azaz : a tömörség meghatározatik , ha a test általános sulyja elosztatik az egyenlő térfogatú víz általános sulyjával. Például ha egy darab arany általános sulya  $P = 250$  szemér , a vele egy térfogatú víznek sulya  $= 13$  szemér ; lesz az arany tömörsége  $D = \frac{250}{13} = 19,230$  ; azaz 19,230-szer sűrűbb vagy tömö-

tebb a víznél ; vagy ha bizonyos térfogatú vízben 1000 anyagi részecskék léteznek , ugyanazon térfogatú aranyban 19230 anyagi részecskék találhatók.

Ha pedig föltétetik , hogy a tömörségre nézve összehasonlított valamely testnek és víznek általános sulyaik egyenlők , azaz  $P = p$  , és  $d = 1$  , akkor a (IV-dik) arány emebbe megy által :

$$D : 1 = \frac{1}{V} : \frac{1}{v} ; \text{ és innét}$$

$$D = \frac{v}{V} \dots (\beta);$$

azaz : a tömörség ugy is meghatározható , ha az illető test térfogatával elosztatik ugyanazon általános sulyú víz térfogata. Legyen példának okáért valamely fa darabnak térfogata  $V = 3''$  , és ugyanakkora tömegű víznek térfogata  $v = 2''$  ; lesz a fának keresett tömörsége  $D = \frac{2}{3} = 0,666$  ; azaz : ha a víz 1000 anyagi részecskékből áll , ugyanazon térfogatú fa csak 666 anyagi részecskével bir.

*II. Jegyzék.* Meg lévén határozva a testek tömörsége , azoknak fajsulya is könnyen föltalálható ; mert áll .

$$S : s = D : d , (30. I.) ;$$

melly , minthogy a víznek tömörsége egységül vétetik , emebbe megy által :

$$S : s = D : 1 ; \text{ és innét}$$

$$S = Ds \dots (\gamma)$$

azaz : minden test fajsulya megnyerhető , ha a víznek fajsulya a test tömörségével szoroztatik.

Az imént nyert  $\gamma$ ) alatti képletnek gyakorlati használata végett mind  $D$  , mind  $s$  értékének ismeretesnek kell lenni.  $D$  , vagyis a test tömörsége körülményekhez képest vagy  $\alpha$ ) vagy  $\beta$ ) képlet szerint meghatározva lévén , lesz :

$$S = \frac{Ps}{p} \dots (\delta) ,$$

$$\text{vagy } S = \frac{ps}{V} \dots (\epsilon) ;$$

$s$ -nek , vagyis a víz fajsulyának értéke pedig csak gyakorlati úton határozathat meg ; mi következőképen történhetik. Legnagyobb pontossággal készítették egy nyolczad köblábnyi üregű edény , és ezen edényt betöltő víz a legnagyobb tömörségi állapotában , tudniillik  $3^0 R$  mérsékben jó mérleg által szigoruan megmértetik ; annak nyolczszorozott sulya egy köbláb víz tömegnek fajsulyát adandja , mely az előbbi képletekben  $s$  betű által jelentetik. Illy módon Stampfer által tett újabb határozatokból tudjuk , hogy 1 köb-

lábnyi tiszta víz 56, és  $\frac{3}{4}$  fontot, azaz 432977 szemert; egy köb ujj pedig 250,56 szemert nyom. Minthogy 56 font és  $\frac{3}{4}$  rész közelítőleg = 56,4 font, valahányszor 1 köblábnyi víz fajsulya jelentendő, léssen  $s = 56,4$ ; ha pedig  $s$  csak egy köbujjni víz fajsulyát jelenti, akkor  $s = \frac{56,4}{1728}$ ; mert 1 köblá-  
ban 1728 köbhüvelyk találtatik.

## MÁSODIK SZAKASZ.

### A testek különböző tulajdonai.

32) A testek különböző tulajdonaik azoknak részint külső, részint belső állapotjukból veszik eredetüket. Külső állapotjuk a kiegészítő részecskéiknek egymásközti összefüggésében áll, s egy szóval *halmazállapotnak* neveztetik. — Belső állapotjuk pedig azon anyagok mineműségétől függ, mellyek akár magányosan, akár egymással vegyülve a testnek alkotrészeit teszik, és *vegyállapotnak* mondathatik.

#### I. FEJEZET.

##### A testek halmazállapota.

33) Minden test, mivel összetartó részecskékből áll, halmazállapottal bir; de ez a kiegészítő részecskék nagyobb vagy kisebb mértékbeni összekötéséhez képest nem minden testben egyenlő. Ezen szempontból a testek *szilárd* és *folyékony* állapotuakra oszthatók. A szilárd állapotú vagy rövidebben a szilárd testek részecskéi olly összállásban vannak, hogy térfogatuk kisebbsítésére, vagy nagyobbitására, avagy idomuknak változtatására, többnyire tetemes erő kívántatik. Ha a szilárd testre folytonosan növekedő nyomás alkalmaztatik, annak térfogata bizonyos határig kisebbedni fog, de azután vagy részecskéinek összekötése megszűnik, vagy minden hatalmunkban álló erővel daczol; ha pedig a szilárd test nyujtatik, nyujtás nöttével térfogata is bizonyos határig növekedik, míg végre részecskéinek egymástóli elválása be nem következik. — A folyékony testek részecskéi ellenben a legnagyobb könnyűséggel ide s oda mozdíthatók, a nélkül, hogy egymással összekötések megszűnnék. Ezek *csöpögő* és *terjedékeny* testekre osztatnak. Az elsők azért neveztetnek csöpögőknek, minthogy kisebb töme-



geik, ha reájok semmi akadályoztató erő nem hat, gömb-  
idomba alakulnak, azaz csöppöket formálnak, de nagyobb töme-  
geik a tetemes súlyok miatt szétfolynak, és ha edénybe eresztet-  
nek, annak belső üregétől határozott térbe vonulnak; különben  
*híg testeknek* vagy *folyadékoknak* is mondatnak. Ezeknek részecs-  
kéi egymástól könnyen elválaszthatók, de a legnagyobb nyomás  
által is, mellyel reájok hatni tehetségünkben áll, oly kevéssé  
összenyomhatók, hogy kisebb erőkre nézve bátran összenyomhat-  
lanoknak tekintethetnek. — Ha azonban valamely tetemes nyomás  
által kisebb térfogatra szorítatnak, a nyomás megszűntével előbbi  
térfogatukat teljesen visszakapják, minélfogva tökéletes rugékony  
testek gyanánt tekinthetők. A terjedékeny testek pedig azon tekin-  
tetből mondatnak olyanoknak, mivel térfogatukat szüntelen nagyob-  
bítani, és így terjedni törekszenek. Ha ezeknek még oly kis  
mennyisége is egy üres s különben elzárt edénybe eresztetik,  
az annak üregét egyenlően kitölti. Régibb természettudósok a  
terjedékeny testeket *lég és gőz* neműekre osztották; mivel azt tartot-  
ták, hogy a légneműek minden lehető nyomás vagy meghűtés alatt fön-  
tartják terjedékeny állapotukat, midőn ellenben a gőzneműek nyomás  
vagy meghűtés által folyadékká változtathatók. Ezen különbség  
ugyan nem lényeges, mert *Perkins*, *Faraday*, *Niemann* kémle-  
teiből tudjuk, hogy legtöbb légnemű test hathatós nyomás és meg-  
hűtés alatt csöpögő állapotba, sőt mint *Thilorier*, és ezénél czél-  
szerűbb készüllettel Bécsben *Natterer* testvérek megmutaták, a szén-  
savlég még szilárd állapotba is kényszeríthető; mindazonáltal föl-  
fogás könnyebbsége végett az említett fölosztást mi is használand-  
juk; azon testeket, mellyek közönséges környülmények alatt terje-  
dékenységüket megtartják *légneműeknek*, mellyek pedig ugyanazon  
környülményekben csekély nyomás vagy hűtés által csöpögökké  
válnak, *gőzneműeknek* nevezendjük.

34) A testek természete halmazállapotukkal nincs oly szo-  
rtos kapcsolatban, hogy többi tulajdonaik változása nélkül más hal-  
mazállapot nemében nem létezhetnének; például a víz majd szilárd,  
majd csöpögő, majd terjedékeny állapotban lehet. Nagyobb részint a  
többi testek is környülményeikhez képest a három fő halmazállapotnak  
akármelyikét fölvehetik, kivéven azon esetet, ha a halmazállapotot  
változtató ok, egyszersmind természetüket is változtatná. Ezen okok

között a *melegítés*, *hűtés* és *nyomás* fő szerepet viselnek. Cél-szerű melegítés által merő testek csöpögökké, ezek terjedéke-nyekké változnak; ellenben elegendő hűtés vagy nyomás, vagy mind a kettő által ellenkező változás történik. Hogy találatnak több merő testek, melyeket melegítés által csöpögökké, és több csöpö-gők vagy terjedékenyek, melyeket hűtés és nyomás által szilárdokká változtatnunk eddig nem sikerült, annak tulajdonítható, miszerint az említett változásnak létrehozására megkívántató okokat kellő arányban alkalmazhatni tehetségünkben nem áll.

35) Ha azon anyagi részecskékre, melyek már kisebb ré-szekre el nem oszthatók, csak maga a nehézség ereje működne, egész földünk egy összfüggetlen finom részecskékből álló gömböt képezne; minthogy azonban, miként a testek különböző halmaz-állapotjából tapasztaljuk, kisebb vagy nagyobb mennyiségű anyagi részecskék szorosabb összeállásban is találatnak, és egyes testeket képeznek, szükségképen egymásra a nehézségerőn kívül valamely más vonzó erővel is működniök kell, melynek hatásából ered mind azon összekötés, melyet egyes testek részei között tapasztalunk, mind azon egyesülés, melybe külön testek részei érint-kezésükkor általmennek; az első *összetartásnak* neveztetik, a második vagy *tapadásnak* vagy *vegyegyesülésnek* nevét viseli, a mint a különböző testek részei egymásiránti vonzalmuk által vagy csak külsőleg köttetnek össze, vagy egyszersmind egymással tel-jesen egynemű egészzé egyesülnek. Ezen erő, melynek a testek összetartását, tapadását és vegyegyesülését tulajdonítjuk, a vonzó és taszító alaperők eredményeül tekintendő levén, a nehézségi erőtől abban különbözik, hogy hatását csak akkor gyakorolja, midőn az anyagi részecskék egymást megérinteni látszanak; a nehézségerő ellenben szerfölött nagy távolságokra is működik.

## I. Czikk.

### Ö s s z e t a r t á s.

36) Ez a szilárd testekben igen is szembetünő, mert része-iknek egymástól elválasztására többnyire tetemes erő kívántatik; annakokaért idomukat állandóan megtartják. Ha az összetartási erő a merő test részecskéire akadálytalanul működhetik, azok többnyire bizonyos szabályokhoz alkalmazott testté, mely *jegőcznek* nevez-etik, alakulni törekszenek, de erről alább értekezendünk.

37) A híg testek is bírnak összetartási erővel. Ezekben ugyan az összetartás annyira észre nem vehető, mint a merő testekben, mert például ha egy vékony vessző végével a vizet érintem, annak végére ragadt kevés vízmennyiséget a többi tömegtől minden érezhető erő nélkül el is választhatom; de ha nagyobb mennyiségű víztömeg részei a többitől egyszerre lennének elválasztandók, már akkor a részeknek egymástól elválasztására igen is érezhető erő kívántatnék. Így ha a mérlegnek egyik serpenyőjéhez akasztott, és a másik serpenyővel súlyok által egyensúlyba hozott üveg vagy más anyagú tábla fekkentes irányban víz színével érintésbe tételik, az ettől csak bizonyos erővel választathatik el, mellynek nagysága a mérleg másik serpenyőjébe az elválás bekövetkezteig rakott terhecskék által kipuhatható. Ha az említett lap a mozgékony fölületű víz helyett bármely merő testből készült, és megnedvesített lapra eresztetik, jóval is nagyobb súly léssen szükséges az elválásnak eszközlésére. Minthogy pedig az elválasztott lap elválása után is nedves marad, nyilvános, hogy a mérleg serpenyőjébe rakott súly működése a víz részecskéinek elválasztására, azaz összetartásuk meggyőzésére fordítatott. *Gay Lussac* illyféle kémleteiben egy üvegből készült 118,366 millimeternyi átmérőjű körlap külön-nemű folyadékok fölületétől különböző súlyok által választatott el, a mint a következő tábla mutatja.

A folyadékok neve.	Sűrűsége.	Mérséklete.	Súly.
Viz . . .	1	8,5° C	59,40 Gramme.
Borszesz . .	0,8196	8 —	31,08 —
Borszesz . .	0,9415	8 —	37,15 —
Terpetinolaj .	0,8695	8 —	34,10 —

A sűrűségek és súlyok összehasonlításából kitetszik, hogy két folyadék sűrűségei, nagyon csekély különbséggel, ugyanazon viszonyban vannak, mellyben az említett lapnak ezen folyadékok fölületéről elszakítására megkívántató súlyok, ebből tehát következtethetni, hogy *a folyadékok összetartási ereje sűrűségükkel arányos.* — Mivel minden test, tehát a csöpögő is, melegítés által nagyobb térfogatu (11) és így kisebb sűrűségű lesz (16), kétség

nélkül a melegítés által kisebbedik annak összetartási ereje is, de a melegítés, és attól függő összetartási erő közt létező viszony még nincs meghatározva.

*Jegyzék.* A csöpögő testek' összetartásának kell tulajdonítani, hogy ha valamely edényben létező víztömegben egy vízsugár elegendő sebességgel keresztül hajtatik, az kevés perczek lefolyta alatt az edényben létező vizet magával kiragadja. Továbbá a különböző folyadékok' különböző összetartási erejének tulajdonítandó, hogy azon üvegtábla, mely a mérleg egyik karjáról függvén a víz felületét érinti, attól kisebb erővel választathatik el, ha a víz felületére egy pár csepp olaj eresztetik.

38) Mi a terjedékeny testek összetartását illeti, az igen csekély, de mégis onnét következtethető, hogy ha levegő, mely minden terjedékeny testet képviselhet, vékony cső által víz alá vezettetik, az kisebb vagy nagyobb légbuborékokat képez, és így együttmaradási törekvését, azaz részecskéinek összetartását nyilvánítja; mert ha a levegő részecskéi közt összetartás nem uralkodnék, a víz közéjük olly könnyen behatna, mint azt a homok-részecskék közé behatni tapasztaljuk.

## II. Cikk.

### T a p a d á s.

39) Ha egyes szilárd testek vagy ezeknek elvált részeik kölcsönös érintkezésbe hozatnak, egymással többé vagy kevesebbé külsőleg egyesülnek, azaz összetapadnak, még pedig annál hathatósabban, minél több pontokban érintik egymást. Ezt tapasztalhatni, ha két simára köszörült ércz, üveg, vagy kötábla, vagy éles késsel ketté vágott ólom henger' részei pontosan egymás fölébe tolatnak, ezek egymástól csak több fontnyi erővel választathatnak el; ha a szorgosan megtisztított vas fölületére helyezett aranylevelke nagy kalapáccsal megüttetik, a vassal ugy összetapad, hogy elválás nélkül a mérsékelt dörzsölést is kiállja.

*Jegyzék.* A merő testek közt uralkodó tapadásból következő tünetek könnyen megfejtethők. A merő testek' bár mennyire kifényesített fölületére rakodott por azoktól még akkor sem válik el, ha a porral lepett fölületjüket lefelé fordíttatik. Midőn krétával táblára, vagy ónnal papirosra irunk, a kréta- vagy ón-részecskék a táblán, vagy papirosra maradnak. Az ablaknak sokáig nem tisztított üvegtáblái a levegőből reájok rakodott, és velük összetapadt finom porrészecskék által meghomályosodnak. Az üvegtükreink egyik lapján látható foncsor (ón és higányból álló ötvény) csupán tapadási erő által vagy az üveggel összekötve; valamint a megaranyozott és ezüstözött tárgyakon is csak a tapadás tartja az arany vagy ezüst finom levelkáját, sat.



40) A tapadás kitünőleg a szilárd és csöpögő testek közt mutatkozik. Ugyanis ha ércz, kő, üveg, fa, csont vízbe, olajba, borszeszbe mártatnak, azoktól megnedvesíttetnek; tehát a legtöbb szilárd testek és folyadékok közti tapadás nagyobb a folyadékok részeinek összetartásánál; mert a folyadékból kivett szilárd testen maradt folyó részecskék a többitől elválasztattak. — Ha némelly szilárd testek nem minden folyadéktól nedvesíttetnek meg, abból többet nem lehet következtetni, mint hogy ezen folyadék részecskéinek összetartási ereje nagyobb a szilárd testhezi tapadásánál. Így az üveg a higanytól épen olly kevéssé nedvesíttetik, mint a zsiros vagy gyanta-porral behintett test a víztől, de minthogy mégis a higanynak apró gömböcskéi az üvegen, víznek csöppei a zsiros fölületen minden helyzetben mozdulatlanul maradnak, kétség nélküli még az említett szilárd és folyadékok közt is a tapadási erő. A szilárd és csöpögős testek közt uralkodó tapadás magosabb fokú hőmérsékekben érezhetőleg kisebb. Így, egy tiszta ezüst kanálhoz a hideg víz tapad, ha pedig a kanál jól megmelegíttetik, a bele öntött víz domboru felületü csöpp alakba összehúzódik. Innét van, hogy *Perkins* tapasztalata szerint egy felhevített likacsos kanálban a vizet fentartani lehetséges a nélkül, hogy belőle kifolya.

*Jegyzék.* A szilárd és folyó testek közti tapadásból több tünetények veszik eredetüket. Így az üveg, fa vagy ércz lapra eresztett kis tömegű víz vagy borszesz szétterjed, de a zsiros vagy gyántaporos lapon, ludtollon gömbölyű csöpökbe alakul. Szintén a higany szétfolyik az arany, ezüst, ón, vagy ólom lemezen; az üveg, fa, kő vagy vaslapon pedig kis gömböket képez. Ha a víz vagy más nedv, melly az edény falaihoz tulajdon összetartásánál nagyobb tapadást érez, teli edényből nem igen sebesen öntetik, a helyett, hogy függőleges irányban ömlenek, az edény oldalán foly le. A ferdén vágott

8. rajz.



A cső (8. rajz) végéből kiáramló *B* vízszugár a cső üregének irányától azon oldalra hajlik, melylyen a cső párkánya magasabb; ha pedig *A* csőn (9. rajz) kihajtott *B* vízszugár útjában valamelly *C* testbe ötlük, mellyhez tapadási vonzalommal bír, nagyobb részint *C* test felé szökő csöpökké változik; ellenkező a tüne-

9. rajz.



mény, ha *B* sugár és *C* test közt igen csekély a tapadási erő, például ha higany sugár üvegcső oldalába ötlenék. Egy lejtős helyzetű símitott üvegtáblára helyezett domboru test, például üveglencse arról lecsuszlik; ellenben ha alája egynehány csöp víz eresztetik, a táblához tapad, és a lefelé törekedő súlyja által sebes forgásba jő, melyben a tábla lejtősségének czélirányos változtatása által tetszés szerint megtartható. Több műipari foglalkozásunknak sikere csak a szilárd és folyó testek közti tapadástól függ, miként azt az enyvezésben, ragasztásban, össze-forrasztásban, tapasztásban, falrakásban, írásban, festésben, nyomtatásban tapasztalhatni. Sőt azon meglepő tünemény is, mely *Vera* által 1780-ban a víz fölemelésére fötalált kötél készítményben látható, a tapadás eredménye; ebben tudniillik egy végnélküli kötél két kerék által, melyeknek egyike kúton kívül, másika a kútnál létező víz alatt van megerősítve, függélyes irányban kifeszítetik; ha a kerekek sebes forgásba hozatnak, a kötél egyik fele ugyanazon sebes-séggel fölfelé sietvén, a reá tapadó vizet váratlan mennyiségben fölemeli, és a felső kerékre alkalmazott boríték edénybe önti.

41) A folyadékok közt is vagyon helye a tapadásnak. Ezt az egymással vegyülhető folyadékoknál kétségbe venni sem lehet, de vagyon a nemvegyülhető folyadékok közt is. Így a higany viz vagy olaj által megnedvesítettik. A vízre eresztett csöp olaj annak fölületén nagy sebességgel szétterjed. A folyadékok' egymáshoz tapadásának nagysága azoknak különböző természetükhöz képest különböző; így a víz színén elterjedt faolajt bármelly elpárologható olaj félrenyomja, azaz ennek a vízhezi tapadása nagyobb amazénál.

42) A terjedékeny és nem terjedékeny testek közti tapadás több tüneményekben észrevehető. Így a víz alá buktatott szilárd testeken kis légbuborékok szemlélhetők, melyek onnét sokszor csak bajjal távolíthatatnak el. A folyadékok, például viz vagy higany a hozzájuk tapadó légtől csak erős melegítés által szabadíthatatnak meg. Tehát minden test fölületén létezik egy igen vékony égnemű vagy göznemű réteg, mely a tapadási erő által sokszor annyira megsűrösítettik, hogy azon csöpögő állapotban láthatóvá lesz, mint ezt a *Daguerre* és *Moser*-féle képek' készítésénél is tapasztaljuk. Ha a szilárd vagy csöpögő test felülete nagyobb, nagyobb lesz a tapadás által megsűrösített terjedékeny test mennyisége is. Minthogy pedig a kis tömegű szilárd test is nagy felületű lehet, ha porrá töretik, elannyira, hogy egy köb ujnyi finom porrá tört szénnek felülete 100 négyszög lábnyit is tehet, érthető: miért képes a finom szénpor a hozzá tapadó terjedékeny testből nagy mennyiséget magához venni; valamint az is, miért nyel el a víz a

vele érintésbe levő terjedékenyből nagyobb mennyiséget, ha élénk mozgás által felülete folytonosan megújítatik.

43) De még a terjedékeny testek közt is uralkodik a tapadás; mert ha valamely edénybe két különböző sűrűségű terjedékeny test olly móddal bocsáttatik, hogy abban egymás fölött két réteget képezzenek, nem sokára egyenlően összekeverednek.

44) Ha két különböző anyagú test egymáshozzi vonzása olly fokra hág, hogy azok nemcsak külsőleg, mint a tapadásban történik, hanem belsőleg is egymással akkép egyesülnek, miszerint egyiknek mindegyik részecskéje a másiknak egy vagy több részecskéjével párasodjék, és ez által teljesen egynemű testet képezzenek, akkor ezen vonzás *vegyrokonságnak* neveztetik és a testek' különböző tulajdoninak főbb okozóját teszi.

45) Az *összetartás*, *tapadás*, és *vegyrokonság* eddig rövidség okaért vonzó erők gyanánt tekintettek, holott szorosán véve azok az eredeti vagy elemi vonzó és taszító erők' együttműködésüknek eredménye. Ugyanis a nevezett erők csupán vonzók nem lehetnek, mert azok által az egymásfelé törekedő anyagi részecskék egymást áthatnák, és így semmi lét sem volnának képesek betölteni; létezni kell tehát az anyagrészecskékben még egy, a vonzó erővel ellenkező irányú, tehát taszító erőnek is, mellynek eredménye az áthatlanság, és azon ellenszegülés, mellyet minden test a reá ható nyomás ellen gyakorol. Mig ezen két erő egymás elleni működése egyensúlyban vagyon, az anyagi részecskék egymástól bizonyos távolságban létezvén állandó térfogatú testet alkotnak, mellynek részei csak a vonzó erőnek meggyőzésével választathatnak el, és innét az *összetartás*. Midőn két test egymáshoz olly közel hozatik, hogy részecskéik kölcsönösen egymásnak hatási körébe merüljenek, akkor egyik test részecskéi a másikra olly hatást gyakorolnak, mellyből a körülményekhez képest ered a *tapadás*, vagy *vegyrokonság*. Ha a vonzó erő hatását nevezzük  $A$ -nak, a taszítóét pedig  $R$ -nek, úgy látszik, hogy a *szilárd* testekben  $A > R$ , a *csöpögőkben*  $A = R$ , a *terjedékenyekben*  $A < R$ . Sokszor a vonzó vagy taszító erők hatását más kül erők is elősegíthetik, vagy kisebbithek, mellyek megszűnésével a test térfogata szükségképen változik. Így a nyomás vagy meghűtés által a testek összehúzódnak; a nyomás megszüntével vagy melegítéssel pedig kiter-



jednek; tehát első esetben a vonzó, másodikban a taszító erő észrevehetőleg tüntetik ki.

## II. FEJEZET.

### A testek vegyállapota.

46) A testek vegyállapotukra nézve *egyszerűk* vagy *összetettek*; mert vagy egynemű anyagból állanak, vagy külön természetű anyagok' sajátos egyesülése által, melly *vegyegyesülésnek* mondatik, képződnek. A vegyegyesülés vagy rövidebben *vegyülés* különemű anyagoknak abbéli összetétele, melly által azok előbbi tulajdonaik változtatásával szemre teljesen egynemű egészszé válnak. A vegyülést eszközlő erő, miként már főnebb említünk, *vegyrokonságnak*, a vegyülő anyagok az általuk képzett test *alkatrészeinek*, maga pedig a vegyülés által eredett test' *vegyületnek* neveztetik. A vegyülést okozó *vegyrokonság'* működésének lefolyása *vegyfolyamatnak* mondatik. Azon tudomány pedig, melly a testeket csupán csak a vegyállapotukra nézve tárgyalja, *vegytan* nevet visel.

*Jegyzék.* A *vegyület* szorgosan megkülönböztetendő az ugynevezett *oldat* és *elegytől*. A vegyülethen t. i. az alkatrészek nemcsak egynemű egészet képeznek, hanem egyesület előtti tulajdonaikat teljesen meg is változtatják; így a kén és higanyból álló cinober, vegyület; mert benne sem kén, sem higany tulajdoni többé föl nem találhatók. Az oldattá egyesült alkatrészek szemre egynemű anyagot képeznek ugyan, de előbbi tulajdonikat el nem veszítik; például oldat a vízben föloldatott konyhasó; mivel abban mind víz, mind a só tulajdonai észrevehetők. A sóból és hamuból álló keverék pedig csak elegy; minthogy benne a hamu és só részecskék egymástól elkülönözve lévén sem egynemű anyagot nem képeznek, sem tulajdonikat nem változtatják.

47) A különemű anyagok közt létező *vegyrokonság* azokat folytonosan egyesíteni törekszik, de törekedése csak akkor sikeres, 1) ha hatása a vegyülendő anyagok összetartását meggyőzheti, különben egyik a másikkal nem vegyülhet, 2) ha az egyesülendő anyagok egymást érintik, mert a *vegyrokonság*, valamint a tapadási erő, csak érintkezés által gyakorolhatja működését. Tehát mind azon környülmények, mellyek a két megkívántató kelletet létesítik, a *vegyegyesülést* is elősegítik. Illyenek e következők:

a) Az anyagok *híg állapotja*; mert a híg anyagok részecskéik mozgékonyágánál fogva egymást tökéletesen érinthetik, és



a csekély összefüggésük vegyülésüknek érezhetőleg ellent nem áll. Azért, ha a rokon anyagok mindegyike híg állapotban van, az egyesülés igen könnyen végbemegy; már nehezebben, de mégis eszközölhető, ha közülök egyik híg, másik pedig szilárd állapotban van. Némelly testek vegyülésére elegendő, ha az egyik csak valamennyire puha. Midőn az egyesülendő testek, vagy azoknak csak egyike már természeti állapotjában híg, a vegyfolyamat *nedves uton*, ha pedig közülök valamellyik csak melegítés által tétetik higgá, *száraz uton* mondatik véghez menni.

b) A test' külmüves fölbontása, azaz apróra töretése; mert ez által részecskéi' összetartása nagyobb részint megsemmisíttetik, és a másik hígtesttel nagyobb fölülettel érintkezhetik.

c) Mozgatás vagy keverés; minthogy ezek által az egyesülendő anyagok érintkező lapjai különösen nagyobbíttatnak.

d) Melegítés; mert ez a testeket nagyobb terjedtségüekké tevén, nemcsak azoknak összetartását kisebbíti, hanem a merők likacsait kítárván, hígakban pedig nagyobb folyóságot eszközölvén, a kölcsönös érintkezést elősegíti.

e) Összenyomás; ez által, akármelly módon történjék az, többnyire a légnemű testek' egyesülése könnyebben eszközöltetik, mert részecskéik egymáshoz közeledni kényszeríttetnek.

f) Némelly légnemű testek ellenben másokkal hamarább vegyülnek, ha megritkíttatnak, mert az által összetartásuk kevesíttetik.

g) Némelly anyagok érintése; mellyek vagy azért, hogy a képzendő vegyülethez tetemes vonzással viseltetnek, vagy mivel felületükön tapadási erő által az egyesülendő légneműeket kellőleg megsűrűsítik, a nélkül, hogy ezen utolsó esetben magok egyesülnének, a vegyegyesülést előkészítik, melly okból működésük *előkészítő rokonságnak* is mondatik.

h) Elvégre azon származási állapot (status nascens), mellyben bizonyos anyag a másiktóli elválásakor létezik, nagyon alkalmassá teszi őt az egyesülésre; mert abban, ha a képzendő test szilárd, részecskéi még összefüggésbe nem jöhettek, ha légnemű, még terjedékenynyé nem válhatott.

Ellenben az anyagok' terjedékeny állapotja, vagy azoknak szerfölötti tömötsége vagy összetartása és alanti mérséklete a vegyegyesülést nehezítik.

*Jegyzék.* Ezen pontokra világosításul szolgáló példák itt szándékosan kihagyatvák, mertalán az eddig mondottakból még meg nem érthető nevezetű anyagok' idő előtti összehalmozása fölvilágosítás helyett inkább homályt okozzon, alább alkalmilag ugy is előkerülendők.

48) Vegytani kémletekből igen ismérietes, hogy a vegyrokonság nem minden különböző anyagok közt mutatkozik egyenlő hatással. Ezen hatási különbség lehetővé teszi a különmemű anyagokból összetett testek szétozlatását. Ugyanis ha  $AB$  testhez, melynek alkatrészei  $A$  és  $B$ , egy másik,  $A$ -hoz nagyobb vegyrokonsággal viseltető, mint  $A$  és  $B$  egymáshoz,  $C$  test elegendő mennyiségben tétetik, szükségképen  $A$  egyesül  $C$ -vel,  $B$  pedig a vegyületből kizáratik, azaz  $AB$  test,  $C$  test nagyobb hatású vegyrokonsága által fölbontatik. Az összetett testnek illyféle föloszlatása vagy fölbontása *regyválásnak* vagy *regybombolásnak*; az ujdjon képződött  $AC$  test *terménynek*; a szabadon kivált  $B$  anyag *válmány*nak neveztetik. És minthogy a  $C$  test vegyrokonsága által  $A$  és  $B$  közül magának  $A$ -t kiválasztotta, vagy  $A$ -t  $B$ -től elválasztotta, a vegybombolás *válokokonság* által történtnek mondatik. Ezt, ha a vegybombolás közt csak egy terinény képződött, mint az előhozott példában, *egyes*; ha pedig kettő, *kettős valókokonságnak* hívják. — Igy például, midőn két test, mellyeknek mindegyike több különmemű alkatrészekből áll, összevegyítettésekor ezek magukat kölcsönösen akkép cserélik ki, hogy  $AB$  és  $CD$  test,  $AD$  és  $BC$  testté változzék, a kettős valókokonság működik. — Egyébiránt történhetik valamelly különmemű alaprészekből álló test' fölbombolása ütés, dörzsölés, melegség, világosság' és villámság' hatása által is, a nélkül, hogy alkatrészeinek valamellyikére más anyag valókokonsága működne.

49) Azon alkatrészek, mellyek valamelly testből akár valókokonság, akár az inént említett egyéb okok által először választatnak el, *közelebbi alkatrészeknek* neveztetnek; ezek sokszor ismét uj alkatrészekre fölbonthatók és *távolabbi alkatrészeknek* mondatnak; a bontogatás folytatásával végtére a *legtávolabbi alkatrészek* állanak elő, mellyek már többé fölbonthatlanok, akár azért, mivel azok valósággal egyszerűek; akár azért, mivel a fölbontásukra megkivántató módok és eszközök még előttünk ismeretlenek. Ezeket *vegyelemeknek*, vagy, mivel a földön található testek belőlük alkotvák, *alapanyagoknak* is nevezzük.

## I. Czikk.

Az egyszerű testek általánosan.

50) Egyszerű testek neve alatt jönnek az imént említett értelemben vett alapanyagok vagy vegyelemek, melyeknek száma 1840-dikig 55-re növekedett, s név szerint a következők.

	Alapanyagok.	Magyar és latin nevük	Jegyük	Parány számuk		Közös tulajdonuk
				Élenny = 100	Köenny = 1	
Nem fémek		1 Élenny = Oxygenum	O	100,	16	élelműves testek' alkat- részei
		2 Köenny = Hydrogenum	H	6	1	
		3 Lágenny = Nitrogenum	N	88	14	
		4 Széenny = Carbonium	C	76	12	
		5 Halvany = Chlorum	Cl	221	35	sónemzők
		6 Büzeny = Bromum	Br	489	78	
		7 Iblany = Jodum	J	789	126	
		8 Folyany = Fluorum	F	117	19	
		9 Kéenny = Sulphur	S	201	64	
		10 Reteny = Selenium	Se	495	79	
		11 Vilany = Phosphorus	P	196	31	
		12 Kovany = Silicium	Si	277	44	
		13 Bórány = Borum	B	136	22	
Fémek.	könnyű fémek	14 Hainany = Kalium	K	490	78	égyvényeket nemző fémek
		15 Szikenny = Natrium	Na	291	47	
		16 Lavany = Lithium	L	128	20	
		17 Pirany = Stroncium	Ca	256	41	égyvényes föl- deket menző fémek
		18 Mészenny = Calcium	Ba	857	137	
		19 Sulyany = Baryum	Sr	547	88	
		20 Kesreny = Magnesium	Mg	158	25	
		21 Timany = Alumium	Al	171	27	tulajdonképi földeket nemző fémek
		22 Edenny = Beryllium	Be	331	53	
		23 Jaczany = Zirconium	Zr	420	67	
		24 Pikkeny = Yttrium	Y	402	64	
		25 Tereny = Thorium	Th	745	119	
	nehéz fémek nemtelen fémek	26 Mireny = Arsenium	As	470	75	savakat nemző fémek
		27 Irany = Tellurium	Te	806	129	
		28 Dárdany = Stibium	Sb	806	129	
		29 Imeny = Tantalum	Ta	1154	185	
		30 Kemcny = Titanium	Ti	304	49	
		31 Seleny = Wolframium	W	1183	190	
		32 Olany = Molybdaenum	Mo	598	96	
		33 Szineny = Vanadinum	V	856	137	
		34 Festeny = Chromium	Cr	352	56	
		35 Szagany = Osmium	Os	1214	199	

Alap anya- gok.	Magyar és latin nevük	Jegyük	Parány számuk		Közös tulaj- donuk	
			Eleny = 100	Köenny = 1		
Fémek	nemtelen fémek	36 Czereny = Cerium	Ce	575	92	alyakot nemző fémek.
		37 Rejeny = Lanthanum	La	—	—	
		38 Alany = Niccolum	Ni	370	59	
		39 Kékeny = Cobaltum	Co	369	59	
		40 Cseleny = Manganium	Mn	356	57	
		41 Vas (any) = Ferrum	Fe	339	54	
		42 Sárgany = Uranium	U	2711	434	
		43 Keneny = Wismuthum	Bi	1330	213	
		44 On (any) = Stannum	Sn	735	118	
		45 Kadany = Cadmium	Cd	697	112	
		46 Olom (any) = Plumbum	Pb	1294	207	
		47 Horgany = Zincum	Zn	403	65	
		48 Réz (eny) = Cuprum	Cu	396	63	
		49 Hígany = Hydrargyrum	Hg	1266	203	
	nemfémek	50 Rőteny = Rhodium	R	651	104	
		51 Pallany = Palladium	Pd	666	107	
		52 Neheny = Iridium	Ir	1233	198	
		53 Éreny = Platinum	Pt	1233	198	
		54 Ezüst (eny) = Argentum	Ag	1352	217	
		55 Arany = Aurum	Au	1242	203	

**Jegyzék.** Ujabb időkben a vegyelemek száma néhányval gyarapodott, melyeknek latin nevei бүтү rendszerint a következők: *Didymium* (Ikreny) *Erbium*, *Niobium*, *Polonium*, *Ruthenium*, *Terbium*; azonban ezek tulajdonikra nézve még igen kevésbé ismereteseek.

51) Az elősorolt alapanyagok halmaz állapotjukra nézve többnyire szilárdok, csak kettejük a *bűzeny* és *hígany* híg, 4 pedig t. i. *éleny*, *köenny*, *légeny* és *halvány* légnemű. Más tulajdonságaikat illetőleg *nemfémekre* (ametalla), és *fémekre* (metalla) osztatnak; az előbbiekhöz az első 13 alapanyag tartozik, a többi 42 fémek. Ezek a nemfémektől saját fényük, nagyobb fajbeli súlyuk, meleg és villámság nagy vezethetőségük és a vízbeni föloldhatlanságuk által különböznek.

**Jegyzék.** Az alapanyagok rövidség okáért latin nevük első betűjével jelöltetnek meg; így az *éleny* = *oxygenum* = O, *köenny* = *hydrogenum* = H, *légeny* = *nitrogenum* = N, *széneny* = *carbonium* = C, *folyany* = *fluorum* = F, *kén(eny)* = *sulphur* = S. Ha valamely alapanyag nevének első betűje már egy másíknak jegyeül választatott, zavar elkerülése végett az első betűhöz a következő jellemző betű is kiíratik; e szerint *cas (any)* = *ferrum* Fe, *kocany* = *silicium* = Si, *dárdany* = *stibium* = Sb, *On (any)* = *stannum* = Sn, s a t. mint ez az előterjesztett táblából kitetszik.



52) Az előadott alapanyagok másoktól tökéletesen elkülönözve a természetben ritkán találhatók, hanem többnyire egymással vegyületeket képeznek. Két alapanyagnak közvetleni vegyülését *első rendű*—, ezeknek vegyülését *másodrendű*—, az illyeseknek vegyülését pedig *harmadrendű vegyületnek*, s így tovább—nevezzük.

53) Két alapanyag a legegyszerűbb első rendű vegyületté csak bizonyos, és változhatlan súlymennyiségnek arányában egyesül. Az egyesülendő két alapanyagból megkívántató súlymennyiség *vegysulynak* neveztetik. Ennek meghatározására *Berzelius* után éleny vétetik föl mértékül, a mennyiben ennek vegysulya 100-ra tétetik. A 100 vegysúlyú élenynyeli legegyszerűbb vegyülésre különmemű alapanyagokból 100-nál vagy nagyobb vagy kisebb vegysúly szükséges, melly ha vegytani kémletek és számítások által minden alapanyagot illetőleg kipuhatoltatott, olly számok állanak elő, melylyek meghatározzák: bizonyos alapanyagból hány sulyrész egyesül az éleny 100 sulyrészeivel. Minthogy pedig a vegysúlyok' aránya a vegyülendő anyagok általános mennyiségétől független, következik: hogy az a legkisebb mennyiségű anyagok, azaz *vegyparányok* élenynyeli vegyülésében is megtartatik; s innét a vegysúlyt jelentő szám *parányszám*, *vegyarányszám*, — vagy *paránysúly*-nak is — mondatik. Illy paránysúlyt jelentő számok az előbbi táblában minden alapanyag után láthatók.

*Jegyzék.* Midőn az alapanyagok egyesülnek, egymás iránti vegyrokonságukat vegysúlyjukhoz arányos súlymennyiséggel teljesen kielégftik. Tehát annál nagyobb valamelly anyagnak vegyrokonsági hatása, minél kisebb az egyesülésre kívántató vegysulya. Így a könny vegysulya minden alapanyagok közt a legkisebbik, tehát a vegyrokonsági hatása legnagyobbik. E tekintetből több vegyészek a könny vegysúlyát, tevéen azt = 1, veszik paránymértékül. E szerint eredtek az előbbi táblának utolsó oszlopában olvasható paránysúlyok.

54) Továbbá az élenyre nézve meghatározott vegysúlyok aránya egyszersmind azt is jelenti, melly arányban egyesül egyik alapanyag a másikkal; mert ha két alapanyag az éleny 100 súly részével csak a paránysúlyi számok által jelentett mennyiségben egyesülhetők, következik, hogy azok egymás közt is csak azon számok arányában vegyülhetnek, mint ezt *Venzel* után *Richter* a mult század végével fődözte föl. E szerint paránysúlyok által az

is meghatároztatik, melly mennyiségben helyettesíttethetik egy alapanyag a másik által, azért is azok *egyértékűeknek* is (*aequivalens*) neveztetnek.

55) Az egyszerű paránsúlyok jelentik azon legkisebb arányt, melly szerint az alapanyagok egymással vegyülhetnek, de ezek sokszor nagyobb arányban is vegyülnek aképen, hogy azon alapanyagnak, melly másikkal nagyobb súlymennyiségben is vegyülni képes, vegyesült mennyisége az egyszerű paránsúlyának mindig vagy 2-vel, vagy 3-al, vagy 4-eli szorozata. Ezen törvény szerint, mellynek felfödözését Dalton-nak köszönjük, valamelly alapanyag 1 súlymennyisége egyesül másik anyagnak 1, 2, 3, 4, 5 s a t. súlymennyiségével; vagy bizonyos alapanyag 2 súlymennyisége vegyül 3, 5, 7... különmemű anyag súlymennyiségével. — A légmemű alapanyagok egyesülésénél nevezetes, hogy ők térfogataikra nézve egymással ugyanazon arányokban egyesülnek, mellyek a paránsúly szerinti egyesületeknél tapasztaltatnak.

*Jegyzék.* Az első rendű vegyek rövidség kedvéért az alkatrészeik' össze-tett jegyeivel tétetnek ki. Így *éleny* + *hamany* =  $KO$ ; *mészeny* + *éleny* =  $CaO$ . Ha a vegyületeknek valamellyik alkatrésze több paránsúlyú, azoknak számát az alkatrész jele után írt kisded számjeggyel szokás jelenteni; például 2 parány *köneny* + *éleny* =  $H_2O$ ; *kén* + 3 parány *éleny* =  $SO_3$ . Némelly vegyésznek valamelly alapanyag 2 paránsúlyát a jegyének alrészén huzott haránt vonal által is *Berzelius* szerint szokták kitenni; így  $H_2O = \underline{HO}$ . Azon szám, melly az elsőrendű vegyületet tevő alkatrészek' paránsúlyainak össze-gével egyenlő, annak paránsúlya lészen, s mivel az alkatrészek paránsúlyainak összeadásából ered, *összetett vegyparánsúlynak* neveztetik. Így a mész-föld =  $CaO$  áll 1 paránsúlynyi *mészenyből* = 256, és 1 paránsúlynyi *éleny-ből* = 100, következőleg a mészföld paránsúlya =  $256 + 100 = 356$ . A víz =  $H_2O$  áll 2 paránsúlynyi *könenyből* = 12, és 1 paránsúlynyi *élenyből* = 100, tehát a víz' vegysúlya =  $12 + 100 = 112$ .

56) Midőn a másodrendű vegyületek az első rendűek egy-mással vegyüléséből képződnek, ezek éppen úgy, mint az egyes alapanyagok vegysúlyaiknak határozott, és állandó arányában egye-sülnek; ez történik a harmadrendű vegyek' képződésében is. Mind-azonáltal a harmad, de főképen a fölebbi rendű vegyületek alkat-részeinek vegysúlya már nem olly pontosan meghatározott arányú, mint az első rendű vegyekben; mert átaljában a vegysúlyi arány pontossága a vegyrokonság hatási fokától függ; már pedig ez az egyesülendő anyagok közt annál csekélyebb, minél fölebbi rendű

vegyületekhez tartoznak, elannyira, hogy a negyedik, ötödik rendű vegyületek közönségesen egymással határozatlan arányban is egyesülhetnek, és nem annyira vegyületet, mint inkább oldatot képeznek, de erről alább.

*Jegyzék.* A másod és főlebbi rendű összetett testek akkép jegyeztetnek, hogy létrészeik' jegyei összeadás jelével (+) kapcsoltnak össze; például  $SO_3 + H_2O$ . Ha valamely másod vagy főlebbi rendű összetett testben az egyik létrész több mint egy paránsulyból áll, akkor ezek számát az összetett paránsuly' eleibe velejáró (coefficient) gyanánt szokták tenni; például  $2SO_3 + H_2O$ . — Azonban mivel az *éleny* és *kéneny* legtöbb vegyegyesületekben előkerül, a vegytani kitételek' megrövidítése végett azon alapanyag jegye fölébe, mely élenynyel van összekötve, annyi pont, amaz fölébe pedig, mely kénenynyel van párosodva, annyi függőleges vonás tételek, mennyi az egyesült éleny vagy kéneny paránsulya. E szerint a  $CaO + SO_3$  rövidebben írva lesz:  $\overset{*}{Ca} + \overset{**}{S} +$  és  $S_2 \overset{**}{Cu} = \overset{**}{Cu}$ .

## II. Czikk.

### Összetett testek általánosan.

57) Az összetett testek nem egyebek, mint az alapanyagoknak egymással egyesülése által keletkezett vegyületek. Ezek, miként már főnebb említettett, többféle rendűek. E czikkben csak az első és másodrendűekről, azután pedig az *oldatról* és *elegyről* értekezendünk.

### I. §.

#### *Első rendű vegyületek.*

58) Az alapanyagok' egymásközi egyesületei közül legnevezetesebbek az *élenyülés* (*oxydatió*) által eredettek. Ezek az éleny mennyiségéhez képest *élecs* vagy *éleg* nevet viselnek, és azon esetben, ha az éleny valamely alapanyaggal több arányban vegyül, *alélecs*, *aléleg*, *élecs*, *éleg*, *főlélecs*, *főléleg* nevekkal különböztetnek meg. Az alélecs az élenynek legkisebb, a főléleg pedig legnagyobb mennyiségét foglalja magában. Ha az éleg fajok közül valamelyik élenytől megvál, az *leélenyülés* által történik.

59) Az előadott élenyvegyegyesületek mellé sorozandók a *halrany*, *büzeny*, *iblan*, *folyan*, *kéneny*, *reteny*, *vilan* és *kéleny*, (légeny és szélenyből álló vagy) egyesületei, melyekben az éleny a nevezettek által mintegy helyettesítették. Mivel ezeknek vegymű-

kódése az élenyével igen hasonló, a más anyagokkál kisebb vagy nagyobb mennyiségben történt vegyületeik, az élenyéihez hasonló szerkezetű következendő nevekkal láttatnak el: *halvacs*, *halvag*; *büzecs*, *büzeg*; *iblacs*, *iblag*; *folyacs*, *folyag*; *kénecs*, *kéneg*; *retacs*, *reteg*; *vilacs*, *vilag*; *kékacs*, *kékleg*. \*) Ezen nevezekben az *acs*, *ecs* végzet az élenyt helyettesítő alapanyag' kevesebb, az *ag*, *eg* végzet nagyobb mennyiségbeni vegyületét fejezi ki. Ha pedig az élenyt helyettesítő alapanyagok a többivel kettőnél több arányban egyesülnek, vegyületüknek fokozata az *acs ecs* vagy *ag eg* végzetű nevük eleibe *al* vagy *föl* előtétellel, mint az élegeknel mondatott, különböztetnek meg. — A halvany, büzeny, iblany, folyany egyesületek sótulajdonokkal bírnak, azért a nevezett elemek *Berzelius* után *sónemző anyagoknak* (*corpora halogenia*) neveztetnek. — A fémek egymás közti egyesüléséből eredett vegyület *ötvény* nevet visel; de a higany ötvényei különösen *foncsornak* mondatnak.

\*) Példa: *Vaséacs*; *vaséleg*; *cselöléleg*; és épen ugy: *részhalvacs*; *részalvag*; *részénecs*; *részvilag*; *részékacs*; *részékleg*. s. a. t.

60) Az imént elnevezett első rendű vegyületek egy része, vegyjellemüket illetőleg *savakra*, és *alyakra* osztatik föl; másik része, melly sem sav, sem aly tulajdonokkal nem bír, *közömbös állományoknak* neveztetik.

#### A.) *S a v a k.*

61) *Savaknak* nevezett első rendű vegyek többnyire többé vagy kevesebbé savanyu izűek, és a növények kék színű nedvét, például lakmuszt, viola vagy vörös káposzta nedvét megvörösítik. Egyébiránt azon összetett anyagok is a savakhoz tartoznak, melyeknek savanyú izük ugyan nincs, de az említett kék nedvet megvörösítik; ilyenek a *könkékleg*, és a *könkéneg* savak. Sőt még azon összetett anyagok is savaknak mondatnak, mellyek a vízben fölolvadhatlanságuk miatt sem savanyú izűek, sem a növényi kék nedvet vörösítő tulajdonnal nem bírnak, de a másokkál vegyesülésükben a savanyú izű savak jellemét világosan előtűntetik; ilyen a *koréleg sav*.

62) Minden savnak két fő alkatrésze vagyon, t. i. *savitó* (*acidificans*) és *gyök* (*radicale*). Legtöbb savaknak savitójuk az



*éleny*, másoknak pedig az élenynyel hasonmüködésű anyagok, ugy-  
mint: *halvány*, *büzeny*, *iblaný*, *folýany*, *kényeny*, *reteny*, *kékleny*,  
és a savnemző fémek közül *míreny*, *íraný*, *dárdany*. Azon savak-  
ban, melyeknek savítója az éleny, gyök gyanánt megjelenhetnek  
a nemfémek (könenyt kivévén) és a savnemző fémek (ezeket lásd  
az alapanyagok tábláján), vagy némelly *köneny*, *széneny* és *légeny*-  
*ből* összetett anyagok; melyeknek pedig savitóját az élenynyel ha-  
sonló működésű anyagok teszik, azoknak gyöke a *köneny*. Az  
előbbieket *élenysavaknak*, utóbbiak ámbár következetlenül *köneny*-  
*savaknak*, neveztetnek. Az élenysavak *életmüetlen*, és *életműve*-  
*sekre* osztatnak; amazok *egyszerű*, emezek pedig *összetett gyökűek*;  
ezek továbbá, ha gyökük *köneny* és *szénenyből* áll, *növény-savak*-  
*nak*; ha *köneny* és *szénenyen* kívül *légenyt* is foglal magában,  
*állati savaknak* mondatnak.

63) Az egyszerű gyökű élenysavaknak, valamint a köneny-  
savaknak is egyenkénti elnevezése igen könnyű, t. i. gyök' neve  
után tétetik a savító anyag' sulymennyiségét jelentő név, és az illy  
módon összetett név után a *sav* szó ragasztatik. Az élenysavak  
nevei azonban jóval is megrövidíthetők, ha t. i. belőlük az *éleg* szó  
teljesen kihagyatik, az *élecs* szó helyébe pedig csak az utolsó tag,  
illetőleg *ecs* vagy *acs* használtatik. Szolgáljon például a nevezete-  
sebb savak névsora:

Kénélecssav	=	Kéneccsav	=	SO <sub>2</sub>
Kénélegsav	=	Kénsav	=	SO <sub>3</sub>
Légélecssav	=	Légeccsav	=	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Légélegsav	=	Légsav	=	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Szénélegsav	=	Szénsav	=	CO <sub>2</sub>
Vilélecssav	=	Vilacssav	=	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Vilélegsav	=	Vilsav	=	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Halvélecssav	=	Halvacssav	=	Cl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Halvélegsav	=	Halvsav	=	Cl <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Kovélegsav	=	Kovsav	=	SiO <sub>3</sub>
Bórélegsav	=	Bórsav	=	BO <sub>3</sub>
Könkéksav			=	H <sub>2</sub> N <sub>2</sub> C <sub>2</sub>
Könhalvsav			=	H <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>
Könfolysav			=	H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>
Könkénsav			=	H <sub>2</sub> S

Köz életben az imént elnevezett savak többnyire vagy azon anyagtól, melyből előállítatnak, vagy használatuktól és más tulajdoniktól szoktak neveztetni; így *kőnhalsav* = *sósav*, mivel a konyhasóból készítettik; *légélegsav* = *választó víz*; mert általa az ezüst aranytól elválasztható. — Az összetett gyökű savak is csak azon életműves állománytól, melyből készítettnek, veszik nevezetüket, és röviden a latin nevük első betűjével, mellynek fölébe (—) tagadó jel huzatik, jelentetnek. Ezek közül nevezetesbek:

eczetsav	=	$\overline{\text{A}}$
borkösav	=	$\overline{\text{T}}$
almasav	=	$\overline{\text{M}}$
czitromsav	=	$\overline{\text{Ci}}$
gubacssav	=	$\overline{\text{G}}$
tejsav	=	$\overline{\text{L}}$
zsirsav	=	$\overline{\text{Se}}$ , s. a. t.

### B.) *A l y a k.*

64) Az *alyak* savakkal ellenkező vegyjellemű első rendű vegyületek, és azokhoz nagy rokonsággal viseltetnek. Vegyjellemükre nézve *erősebbekre*, és *gyöngébbekre* osztatnak. Az erősebbek a savakkal olly ellentétben vannak, hogy a savak által vörösré változtatott növénynedvek' eredeti kék színét visszaállítják; magok pedig azokat zöldre változtatni képesek. A gyöngébbek az említett növénynedvek' színét nem változtatják, és a savakhoz jellemükre olly közel állanak, hogy némelly vegyületekben azokat pótolják is. Az *alyak* többnyire élegek, vagy olly vegyületek, mellyekben *éleny* helyett *halvány*, *kényen*, *reteny*, *büzeny* s. a. t. létezik. Azonban némelly életműves testek is az *alyak*hoz sorozandók. A mondottaknál fogva minden *alynak* két főalkatrésze vagyon, egyik tudniillik az *éleny*, vagy ezzel hason működésű anyag, másik pedig az *élenynyel* vagy helyettesítőivel egyesült; ez *aly gyökének* neveztetik, és az életműtlen *alyak*nál egyszerű, de az életműveseknél összetett szokott lenni.

65) Az *élenyes alyak* négyfélék, ugymint: *égvények*, *égvényföldek*, *földek* és *fémélegek*.

a) *Égvények* e következők vannak:

Haméleg vagy hamuzsir	=	KO
Szikeleg „ sziksó	=	NaO
Lavéleg „	=	LO
Könlegeg „ hugyag	=	H <sub>5</sub> N <sub>2</sub>

Az utolsó nem elég, s csak azért soroztatik ide, mivel vegyjel-lemire nézve a többihez igen hasonló. — Ezek a növényi kém színeket zöldre változtató tulajdonon kívül kevés vízben fölolvadhatók; lug ízűek; a három első csak nagy hőségben, a könlegeg pedig közönséges mérsékletben is erős és sujtó szagúak; tiszta állapotukban *étetőknék* mondatnak, mert az életműves testeket meg-rágják vagy föl-bontják; zsiradékokkal, és kövér olajokkal a vízben fölolvadható szappant képeznek. Vannak az előadottakon kívül az életműves testek közt is égvény-természetűek; ezek a latin nevük kezdő betűjével jegyeztetnek, és jegyüknek fölébe, az életműves savak jegyeitől megkülönböztetés végett (+) tevő jel használtatik, például:

Khinadék = <i>Chinin</i> = Ch	a chinahéjban . . . .	} <i>étetőknék.</i>
Szundék = <i>Morphin</i> = Mo	a mákonyban . . . .	
Szorítadék = <i>Strychin</i> = St	az ebvészmagban (nuxvomica)	
Hánytadék = <i>Emetinum</i> = Em,	a hánytató gyökérben (ipecachuancha)	

b) *Égvényes földek* e következők:

Sulyéleg vagy sulyföld	=	MnO <sub>3</sub>
Piréleg „ pír föld	=	SrO.
Mészéleg „ mészföld	=	CaO.
Keseréleg „ keser föld	=	MgO.

Ezek az előbbiektől tulajdonságait kisebb fokban bírván, azoktól abban leginkább különböznek, hogy fölolvasztásukra nagy mennyiségű vizet kívánnak, zsiradékokkal és kövér olajokkal fölolvaszthatlan szappanná válnak, és a tüzet elillás nélkül kiállják.

c) *Földek*:

Timéleg vagy agyagföld	=	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Édéleg „ édföld	=	Be <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Píkéleg „ píkföld	=	Y. O.

Jaczéleg „ jaczföld =  $Zr_2O_3$

Teréleg „ terföld =  $Th.O.$

minthogy ezek mindnyájan vízben oldhatlanok, azért izetlenek is, és a növény-festékekre hatás nélküliek.

d) *Fémélegek.* Ide tartoznak azon élegek, melyek az a) b) c) betűk alatt fölhozott alyakhoz nem sorozhatók, de a savakkal vegyesülhetők. Ennélfogva az *alélegek* és *fölélegek* nem alyak, mert savakkal mint olyanok nem egyesülnek, hacsak előbb amazok nagyobb mennyiségű élenyt magokba nem vesznek, emezek pedig fölösleges élenyűknek egy részét el nem bocsátják, és így *éle-csekké* vagy *élegekké* nem változnak. Az aly-jellemű fémélegek tulajdonai részint az égvényes földekkel, részint a tulajdonképi földekkel közösek.

*Jegyzék.* A savakhoz legnagyobb rokonsági vonzással viseltetnek az égvények, ezek után az égvényes földek; a tulajdonképi földek már kisebbel, és legkisebbel a fémélegek. Ennek okáért a fémélegek földek által, ezek égvényes földek által, ezek ismét égvények által a savakkal vegyülésükből szabály szerint elválaszthatók.

### C.) Közömbös állományok.

66) Szoros értelemben egy anyag sem közömbös, mert a vegyegyesületekben mindegyik vagy sav, vagy aly szerepet visel; mindazonáltal e helyett azon első rendű vegyületek mondatnak közömbösöknek, melyek a határozatlan vegyjellemüknél fogva sem savakhoz sem alyakhoz nem tartoznak, és azért a különböző anyagokkál vegyüléseikben majd savak, majd alyak gyanánt működnek. Ilyenek mind az életműtlen, mind életműves testek között számosan találhatunk. Elsőbbek közül az alélecsek és alélegek, fölélecsek és fölélegeken kívül, következők a nevezetesebbek:

Könéleg vagy víz =  $H_2O$

Szénéleg =  $CO$

Könszénecs =  $H_4C$

Könszéneg =  $H_4C_2$

Könvilacs =  $H_3P.$

Az életműves közömbös testek közül legisméretesebbek: keményítő, mezga, növény-nyák, czukor, zsíradékok, kövér olajok, illó olajok, gyanták, vonat-angagok, fest-szerek, lang, égény.

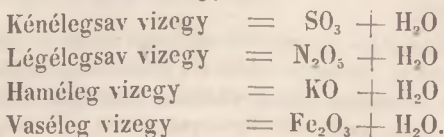


## II. §.

### Másod rendű vegyületek.

67) Ezek erednek két elsőrendű vegyületek' egyesülése által. Ide tartoznak az ugy nevezett *vizegyek*, és *sók*.

68) A *vizegy* nem egyéb mint valamelly savnak vagy alynak egy, vagy több vegysulynyi vízzeli vegyülete, melly mind szilárd, mind híg állapotú lehet. Némelly savak és alyak a vizegységükhöz szükséges víz nélkül fönn sem is állhatnak, a többiek is többnyire mint vizegyek használatnak. Így:



69) *Sók* képződnek a savaknak és alyaknak egymással való egyesülésük által. Ha a sóképző sav és alyban egy közös alkotórész — melly közönségesen éleny; de kényen, retény, irány is lehet — található, azok a nélkül hogy magokat fölbontanák, és alkotórészeiket kicserélnék, sóvá változnak. Illyféle sók *hasonelemű sóknak* neveztetnek. Ellenben ha olly sav és aly egyesülnek, mellyekben semmi közös alkotórész nem létezik, például könsavak és élegek, akkor ezen egyesülő testek alkotórészeiket egymásközt kicserélvén fölbontatnak; így ha könhaltagsavba szikéleg tétetik, köneny egyesülvén az élenyvel vizet, halvány pedig szikenyvel szikhalvagot (konyhasó) képez. Minthogy pedig ezen, és hozzá hasonló só ugy is képzendő volna, ha a könsav savító része, jelen példában a halvány, más esetekben büzeny, iblány, folyány, a szikeny avagy más egyéb fémre közvetlenül működnek; az illyféle sók, az előbbiektől megkülönböztetés végett, *sónemzős sóknak* mondatnak. \*) — A hasonelemű sókból legnevezetesebbek az élenysavak, és

\*) A sónemzős sók szorosan véve a másodrendű vegyületekhez nem tartoznának, de mivel a hasonelemű sókhoz tulajdonikra nézve igen hasonlítanak, velök együtt tárgyalhatnak, főképen ha vízzel vegyulván úgy tekintetnek, mintha a víz könenye a sónemzővel savat, a víz élenye pedig a sónemző párjával (fémmel) éleget képezne; mert így ezek is savból és alyból állnának.

élenyalyak' egyesüléséből eredettek, mellyek savalkotrészükre nézve több nemekre, és minden nembeliek az alyra nézve több fajokra osztatnak; így a kénélegsavas sók, légélegsavas sók, szénélegsavas sók *nemek*; a kénélegsavas mészéleg, kénélegsavas haméleg, kénélegsavas vasélecs *fajai* a kénélegsavas sóknak. Továbbá a fajbeli sók ismét többfélék lehetnek, mert ha az őket képző savban és alyban egyenlő mennyiségű éleny létezik, *egyenvegyű sóknak*; ha a sav' élenyének mennyisége nagyobb az aly' éleny mennyiségénél, *savanyú sóknak*; ha pedig az aly' élenyének mennyisége nagyobb a sav éleny mennyiségénél, *alanyú sóknak* neveztetnek. Egyébiránt nem mindegyik aly minden savval, sem mindegyik az imént említett három módosításban egyesülhető. A nemekre és fajokra például előhozott sónevekből minden további magyarázás nélkül világosan kitűnik, miképen erednek a sók vegytani elnevezéseik.

70) A sók halmaz állapotjukra nézve közönséges hőmérsékben szilárd testek, de tulajdon sulyuknál nagyobb mennyiségű vízben többnyire fölolvadhatók. Fölolvadhatási fogékonyságuk a hőmérsék' emelkedésével nagyobb, de egy hőmérsék alatt is külön-mű s fajú sókban különböző. Ha azon meleg víz, mellyben valamely só telítésig fölolvadva létez, meghűtetik, vagy elpárologtatik, a só ismét szilárd állapotba tér, és sokszor szabályszerű idomba alakul, azaz jegőczösödik. A jegőczösödött sók egy részét azon víznek, mellyben képződtek, magokhoz kötve megtartják, melly *jegőczvíznek* neveztetik. Ezen vizet több sók a szabad levegőn elbocsátják, és ez által szétmállanak, mások a levegőben mindenkor létező nedvet magokba szíván szétfolynak. Továbbá a sók színe többféle, melly közönségesen a bennök létező aly' színétől függ; de a jegőczvíz jelenléte vagy nemléte által is módosíttatik.

71) Ha két só egymással vegyül, egy harmadrendű összetett testet képez, melly *kettössónak* vagy *ikersónak* neveztetik, a mint mind a két egyesülő sóban létező sav ugyanaz, vagy különböző. Így a timsó kettössó; mert áll kénélegsavas hamélegből, és kénélegsavas timélegből; a bórélegsavas borkó pedig ikersó, mint-hogy bórélegsavas szikélegből, és borsavas hamélegből képződik.

### III. §.

#### *Oldatok és elegyek.*

72) Mind az alapanyagok, mind az összetett szilárd testek közt többen találkoznak, melyek némely, de főkép közömbös jellemű folyadékokkal egynemű testté, a nélkül, hogy az előbbi tulajdonikat elvesztenék, egyesülnek. Illyféle egyesedést, a vegyüléstől megkülönböztetés végett, *oldás*-nak nevezünk. Ebben az egyik test, mely hígállapotú, mint *oldószer*, a másik pedig, mely szilárd, mint *oldandó* tekintetik; és a belőlük eredett test *oldat* nevet visel. Az oldó folyadék, bizonyos hőmérsék alatt minden különemű testből különböző, de meghatározott súlymennyiséget képes fölvenni, és ekkor arval *telített*-nek mondatik; a telítési határok között azonban annak bármely arányú mennyiségével is egyesülhet. A hőmérséklet' változásával az oldószer' oldhatási tehetsége is változik, s pedig többnyire a hőmérsék emelkedésével növekszik, ámbár némely ellenkező esetek is fordulnak elő. Valamely szilárd testtel telített folyadék sokszor még más nemű testből is oldhat föl valamit; például a konyhasóval telített víz még jelentékeny mennyiségű salitromot is vehet magába. Salitromból 100 súlynyi vízben 0° C alatt 13; 18° C alatt 29; 55° C alatt 97; és 98° C alatt 236 súlyrész oldatik föl; innét van hogy a salitrom telített oldatából meghűtés által tetemes mennyiségben válik el, s jegőzőkké alakul. Ellenben 100 súly mennyiségű hideg víz 37 súlynyi konyhasóval, ugyanannyi meleg víz csak valamicskével többel telítettik. A mészföld hideg vízben nagyobb mennyiségben olvad föl, mint melegben.

73) Némely közömbös jellemű és egymással keveredhető folyadékok, például víz és borszesz, minden lehetséges arányban egyesülhetnek, és illy egyesülést *elegyülésnek*, ennek eredményét pedig *elegynek* nevezzük.

### III. FEJEZET.

#### **Gyakorlati vegytanban előforduló munkálatok.**

74) Az eddig előadott alapanyagok, és ezekből alakult vegyületek vagy oldatok előállítására többféle gyakorlati munkála-

tok és azoknak végbevitelére czélszerű eszközök kívántatnak. Ezen munkálatok közül következendők a legnevezetesebbek:

a) *Elnyelés*, mely által valamely légnemű test szilárd vagy híg testtel egyesül; például a kénélecssav (lég) szénnel, vagy a szénsav (lég) vízzel.

b) *Kivonás*; ez történik, midőn valamely keveréknek vagy összetett testnek némely részei a reá öntött folyadék segélyével, melyben azok föloszthatók, elválasztatnak. Így választatik el hamutól víz által a benne létező hamuszir; vagy borszesz által némi növényekben találtató gyánta.

c) *Kiédésítés*; evvel élünk, midőn valamely anyagból a benne létező, s a kitüzött célra fölösleges, vagy káros hatású só vagy sav részeket víz által elkülönítjük.

d) *Czémentezés*; ez által bizonyos lég- vagy gőznemű test részei az izzó állapotba hozott merő testekkel, közönségesen fémekkel, egyesítetnek. Például, ha könszéneg (lég) izzó vasra vezetettvén széneny-részét avval közölvén, a vasat aczéllá változtatja. Hasonlókép' a horgany-gőz izzó rézlemezekkel egyesülvén velök sárga rezet képez.

e) *Égés*, nem egyéb mint ollyféle vegyegyesülés, melynek folyama által meleg és világosság fejlődik ki.

f) *Leccsapás* vagy *leverés*; ez olly munkálat, mely által valamely híg állapotú vegyületnek egyik alkotó része a hozzátett harmadik anyag' emehez nagyobb vegyrokonsága miatt elválasztatik; például a timsó oldatból haméleg által az agyag leccsapatik. Ha a *csapadék* nagyobb mennyiségű, fajsulya szerint vagy az edény' fenekére ülepszik, vagy a folyadék' fölületére fölszáll; ha pedig csekély mennyiségű, leccsapatása után is a folyadékban függően marad, és azt hosszabb vagy rövidebb ideig zavarossá teszi. A leccsapatás által kikutathatni, létezik-e valamely folyadékban bizonyos anyag, ha t. i. leccsapóul olly állomány választatik, mely a kérdés alattit egyesüléséből kiszoríthatja. Illy esetben a leccsapó állomány *kémlőszer* nevet visel.

g) *Légfejlés*. Ez történik, midőn valamely fölbomló vegyületnek egy vagy több alkotórészei légalakuakká válván, a fölbomló anyagot foglaló edényből kinyomulnak. Illy légnemű testnek előállítására, következendők készülétek szolgálúak:



1) *Légfejtő* (edény); ez vagy üveg göreb *a* (10. rajz) mely ruggyánta cső által egy czélszerűen hajtott *b* csővel összeköttetik; vagy üveg *lombik*, (11. rajz) melynek dugaszán a körülmények-

10. rajz.

11. rajz.

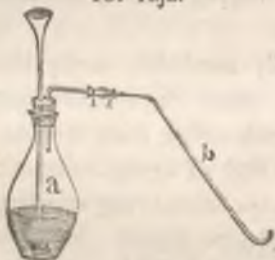


hez alkalmas görbületű üveg cső vezetetik; avagy ollyféle vas edény, (12. rajz) mely kereskedésben a higany szétküldésére hasz-

12. rajz.

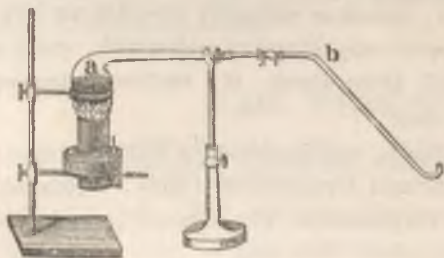


13. rajz.



náltatik; ez szintén czélszerű üveg csővel összeköttendő. *Légfejtőül* némellykor *a* palaczk is (13. rajz) alkalmaztatható, melyben a parafa dugón keresztül a kifejlendő lég' további vezetésére egy meghajtott *b* cső, a légfejlődést eszközölő folyadéknak betölthetése végett pedig a tölcser idomú s csaknem a fenekig letolt cső szolgál.

14. rajz.



2) Midőn a lég' előállítására használandó anyagból csak magosabb hőmérsék alatt képződhetik a lég, akkor azon

anyagot tartalmazó légfejtő fölhevítendő, mely, és egyéb célra is, vagy *Berzselféle* kettős lég-huzamu borszesz-lámpa (14. rajz.); vagy körülményekhez képest a 15. rajzban látható lég-huzamos kemencze alkalmaz-

tatik. Erről, bővebbi leírását a szóbeli előadásra halasztván, csak  
15. rajz.



az jegyzendő meg, hogy *kohcsésze* nevű *e* része a kemenczébe illesztetvén, a hevítendő göreb' fölvételére szolgál; a göreb és kö-

zötte hagyott hézagot fővény, melly fővény-fördőnek neveztetik, tölti be; *f* betűvel jelelt része pedig vaskarikákból áll, mellyekkel a kemencze szája mindaddig kisebbíthetetik, míg a fönymaradott nyílás a hevítendő edény fölfogására nem alkalmas.

3) A kifejlett lég' fölfogására *légveder*, és légfogó edény kívántatik. Az előbbi fából, lemezből, vagy üvegből készült kerekded vagy négyszögletes edény, (16 és 17. rajzok) mellyek pár-  
16. rajz.



17. rajz.



kányánál 3—4 ujjnyival alább egy tölcser alakú lyukkal ellátott, *hid* nevű deszka vagy le-

mez vagy on alkalmazva; ennek légkészítéskor vízzel kell borítva lenni. A légfogó többnyire csappal ellátott üveg harang vagy bura

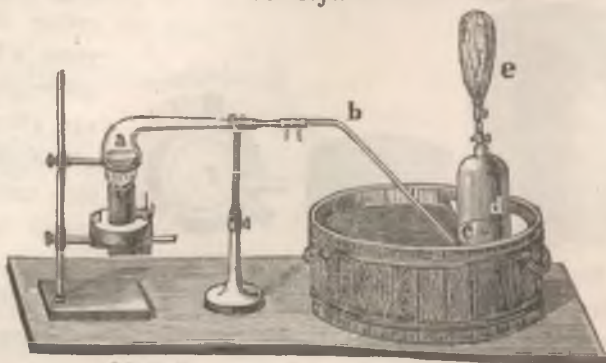
18. rajz. szokott lenni, mellynek csapjához *Pristley* szerint egy csapos csőre szorított hólyag is csavarható, mint ezt a 18-dik rajz mutatja. Azonban a bura helyett némelly esetekben bármelly palaczk, vagy egyik végén beforasztott üvegcső is használtathatik.



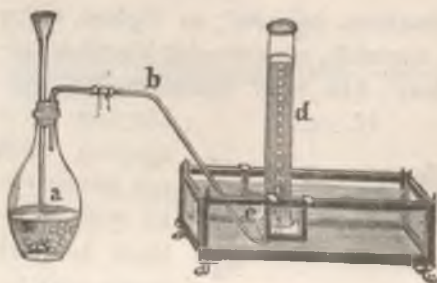
4) Az eddig elősorolt vegyészeti eszközök kellően összeállítva, miként például 19 és 20. rajzban láthatni, teszik az úgy nevezett *légkészületet*. Az *a* görebben kifejlett és *b* csőn a légveder *c* hida alá vezetett lég buborékokban a vízzel töltött és szájával a híd lyukára helyezett *d* légfogóba szállván, abból tulajdon térfoga-

tával egyenlő térfogatú vizet szorít ki. Ha a burában felfogott lég hólyagba volna bocsátandó, annak csapja, miután belőle a közönséges lég

19. rajz.



20. rajz.



21. rajz.



egészen kinyomatott, a bura csapjához csavartattik (19. rajz); minek megtörténtével a csapotkat kinyitván, és a hidról félrehuzott burát vízbe halkan lenyomván, a benne létező lég a hólyagba tóduland, onnét a kitűzött célra fordítandó.

5) A tetemesb mennyiségű lég' fölfogására és eltartására

22. rajz.

légtár szükséges, mely többféle szerkezetű lehet. Kézi használatra alkalmas a 21-dik rajzban ábrázolt, mely *a* fenekes, és *b* fenéknélküli üvegpalczkokból áll; ezek nyakaiknál fogva egy réz foglalek által úgy összekapcsolvák, hogy



*c* csappal ellátott cső által egymásközt, *a* palaczk pedig *d* csap által a külső léggel közösüljenek. Telítöltetvén *a* palaczk vízzel és *c* csap bezáratván, az egész készülék valamely tág edényre megfordítva állittatik (22. rajz), mely helyzetben *d* csapja a légfejtővel bizonyos szájcső' segítségével olly közösülésbe hozatik, hogy az *a* palaczkba fölmenő lég által kiszorított víz könnyen kifolyhasson. — Nagyobbszerű légtartót 23-dik rajz átmetszetben ábrázol.

23. rajz.

Ennek részei: egy henger idomu *A* rézedény, melyben egy másik valamivel kisebb átmérőjű *B* szájával lefelé fordítva létezik. Ha *A* edény *mn*-ig vízzel megtöltetik, *B* edényből a közösleges levegő *C* csapon kitakarodik, mellynek bezárása után *opqrs* csőn a fölfogandó lég belebocsáttatik *t* csap bezártával utóbbi használatra

24. rajz.



25. rajz.

eltartható. Ha a fölfogandó lég kifejlésekor némelly idegen anyagokkal keveredve volna, az előbb, mintsem a légtartóba eresztetnék, valamely alkalmas folyadékon keresztül vezetettvén megmosatik, mi a 24-dik rajzban előtűntetett készüléttel szokott eszközöltetni.

6) Némelly légnekem fölfogására, mellyek a víz által elnyeleznének, az imént leirt légtárhoz lényegileg igen hasonló, de sokkal kisebb készülék használandó, mellyben víz helyett higány alkalmaztatik. Áll ez *a* üvegedényből (25. rajz), melly *mn*-ig higánnyal töltve. Ebbe bocsáttatik egy meggörbített vékony üvegső *opq* úgy, hogy *o* vége vala-

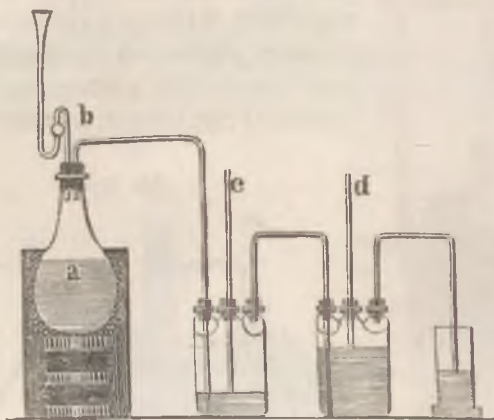




mennyire a higanyból kiálljon, s e helyzetben alkalmas tartó általl tovább is fönntartatik. Erre a légfogó cső *b* szájával lefelé fordítva lenyomatik, míg a benne létező közönséges levegő a görbitett csőn egészen ki nem foly. Az így összetett készület már alkalmas a *q p o* csőn beeresztett légnak fölfogására.

7) Végteére, ha a kifejlő légnemek vízzel egyesítendők, e végre *Voulf* készüllete szükséges. Ennek főbb részei egy vagy több, két vagy három szájú üvegedények (26. rajz), mellyek czélszerűen

26. rajz.



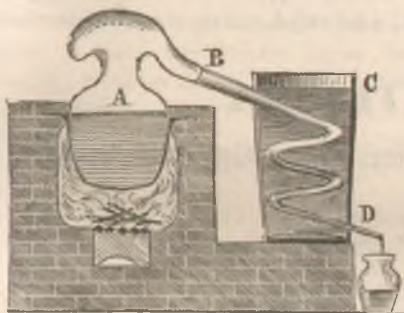
hajtott, és a parafa-dugaszokon légzárólag keresztül vezetett csők által összekötvék. Az üveg edények elsőjéhez alkalmaztatik a légfejtő *a* edény, és a lég' gyorsabb kifejlődése végett vagy a *Berzelius*-féle lámpa készítményre, vagy ha nagyobb hőség kívántatnék a rajzban ábrázolt kemenczének homok földjébe helyeztetik. Mind-egyik üvegpalczkba a kifejlendő lég' mennyiségéhez mért tiszta víz töltetik, azt kifejlődése után azonnal elnyelendő. A palaczkokba *biztosító csők* is bocsátatnak, mellyek kétfélék, mint a rajzban *b* *c* és *d* betűkkel jelentettekből látni. Ha az elsőbe tölcser alakú száján annyi víz eresztetik, mennyi annak golyóját félig megtölteni képes, ezen víz *d* palaczk üregét a külső légtől folytonosan elzárva tartja, és csak azon esetben, ha a görebből nagyobb mennyiségű lég fejlődnék ki, s az edényt szétpukkanthatná, golyóbol a tölcserbe emelkedik, hol a fölösleges léget magán keresztül bocsátván a golyóba ismét leszáll. A *c* és *d* biztosító cső alsó végével csak

keveset merül a palaczbani folyadékba; ez a netalán sebes elnyelés által bekövetkezett légritkulás esetében a külléget a palaczkba bocsátja, s így az utóbbi palaczk' folyadékát az előbbi palaczkba átfolytani nem engedi.

*h) Elpárolgás.* Ez által a híg állapotú összetett testnek folyó részei nyitott edényből gőz alakban a szabad légben elszállnak, és az elpárologhatlan részeket magányosan az edényben hagyják. Elpárolgás által nyerhetni meg például a vízben föloldatott sót.

*i) Lepárolás;* melly az előbbitől csak abban különbözik, hogy a melegítés által származott gőzök nem a szabad levegőbe, hanem valamely hidegen tartott edénybe vezettetnek, hol csöpögő folyadékká válván, az előbb velük elegyedett különmemű részektől menten fölfogatnak. Ezen munkálat véghez vitelére többféle s némelykor nagyon összetett készülétek használtatnak. Itt csak az egyszerű lepárolási készülékről teszünk említést, mellynek egyik része az *A* kazán, (27. rajz) ennek sisakjából jön ki *B* gőzvezető

27. rajz.



28. rajz.



cső, melly lejtősen menő tekervényekben egy hideg vízzel töltött *C* edényen keresztül vezettetik. Már ha a kazánban lepárolandó folyadék kellőleg fölhevítettetik, annak gőze a hidegen tartott *B* csőben folyadékká válik, és *D* nyílásnál valamely edénybe fölfogatik. Azonban kisebb mennyiségű

folyadék úgy is lepárologtat-hatik, ha az *A* görebbe (28. rajz) helyeztetvén megmelegítettetik, s a kimenő gőze egy hideg vízbe helyezett, *B* szedőbe eresztetik, melly ritka szövetű kelmével befödettvén, a reá folyó hideg víz által folytonosan hűves állapotban tartatik.

*k) Fölszállítás.* Ez által valamely edényben a czélszerűleg megmelegített szilárd testek röpülékeny részei gőz alakukká változtatnak, melyek vagy más hideg térbe bocsátatván, vagy ugyanazon edény alantabb mérsékű falain meghűlvén, ismét merő testté összeállanak. Ez történik például a kénnel, midőn különmemű anyagtól fölszállítás által elválasztatik.

*l) Lefejtés;* midőn valamely folyadék üledékérül más edénybe leöntés által elválasztatik.

*m) Átszűrés;* midőn a zavaros folyadék megtisztítása végett vászon, kalapposzlón, itatós papiroson, vagy iszapmentes homokrétegen átszivárogtatlik.

*n) Iszapolás;* mely történik, ha valamely porrá tört test, legfinomabb részeinek elválasztása végett, vízzel összekevertetik, s minekutána durvább részei fenékre szállottak, a még zavaros folyadék más edénybe öntetik, hol a vízben függő finom részecskék lassankint leüllepdedvén, és azután a fölöttük levő víztől elválasztatván, a kívánt finom porladékot adják.

Az itt elő nem számlált s némelly vegytani működésekhez megkívántató eszközök' leírása alkalmilag, a hol reájok szükség lészen, előkerülend.

## IV. FEJEZET.

Alapanyagok, és ezeknek vegyületei különösen.

### I. Czikk.

$$\text{É l e n y} = 0 = 100.$$

75) *Előjötte.* 1774-ben *Pristley* és *Scheele* által felfödöztetett alapanyag, földgömbünk egész tömegének közel egy harmadát megüti; mert magának a légkörnek térfogatra nézve  $\frac{1}{3}$ , víznek pedig sulyra nézve  $\frac{1}{9}$  részét teszi, és a többi életműtlen testekben is, melyek többnyire savakból, élegekből és sókból állanak, valamint az életművesekben is tetemes mennyiségben találattik; tiszta állapotban azonban csak vegytani működés által állítható elő.

76) *Előállítása.* a) Legkönnyebben s tisztábban előállíttatik, a halvagsavas hamélegből, ha az sulyszerint 2 annyi apróra tört cselküléleggel összekevertetvén, görebbe közel az izzásig melegíttetik, és a kifejlő légalakú éleny légkészület segélyével fölfogatik.

b) Magából a csselfőlélegből is, bátor kevesebbé tiszta kifejt-  
hető, ha az 2 annyi sulyú tömény kénélegsavval görebben föl-  
öntetvén mérsékelve melegítettik. Ezen keverékből az éleny kifej-  
lésének okát a következő képletből megérteni:

Cselfőléleg } éleny.....  
                  } cselélecs.....  
Kénélegsav..... kénélegsavas cselélecs.

c) A legtisztább éleny, de csak kis mennyiségben, nyerhető  
gy is, ha egy vízzel töltött, és szájával lefelé a légkészületi veder  
idjára állított üveggarang alatt friss falevelek a napfényre kitétet-  
nek; a növények levelei t. i. tenyészlési tehetségüknél fogva nem  
csak a vízben létező szénsavat, mint eddig *Ingenhuss* és *Saussure*  
szerint állítottak, hanem *Schulz* tanár több évi kísérletei nyomán  
egyéb élenyt tartalmazó savakat, valamint cukrot, és termékeny  
föld viz általi kivonatát is táplálékul fölhasználván, a bennök létező  
éleny egy részét válmány gyanánt szabadon bocsátják. (*Lásd Wie-*  
*ner Zeitung* 22 Aug. 1844).

Ezen c) alatti éleny-készítési módot e helyen csupán azon tekintetből  
említjük, miszerint megérthetővé legyen, miért légkörünkben az éleny nem  
kevesedik, ámbár az állatok lélekzése, és testek égése által folytonosan tete-  
nes mennyiségű éleny fogyasztatik el; mert t. i. a növények, szabad ég alatt  
épen úgy munkálkodván, mint a fönnebb leírt vegytani kémletben, világos-  
ság segélyével az elfogyasztott élenyt helyre állítják.

77) *Tulajdoni.* a) Az éleny magában csak szintelen szag,  
és iznélküli, légalakban létezik, fajsulyja a körlégét egynek véve  
= 1,10.

b) Az égést a közönséges légnél, mellynek csak egyötöde  
éleny, sokkal jobban ápolja. Ebben a megtüzesített tapló, fa,  
gyertya hamva s. a. t. gyengéd pukkanással lángra lobbanván, nagy  
hőnnyel és melegséggel rövid idő alatt elég. Sőt a vas hurok és vé-  
kony aczéltollak is, ha végükhez tüzes tapló szorítatik, e légbe  
bocsáttatván meglepő szépségű tűneménnyel égnék el. Az élenyben  
égő vilany világossága minden várakozást meghalad. Minden illy  
égésben az égő test élenyvel egyesül, és vele vagy savat vagy  
éleget képez.

c) Az állatok' lélekzésére, és az által életük föntartására  
minden légnemű anyagok között csak az éleny alkalmas, és ezen





Víz {köneny  
éleny...

horgéleg.....

Horgany.....

kénsavas horgéleg.

Kénsav.....

c) Szint olly könnyűséggel készíthetni a könenyt, ha horganyra könhavagsav öntetik, mert:

Könhavagsav {köneny  
halvany...

horghalvag.

Horgany.....

81) *Tulajdoni.* a) Magában szín és szagnélküli lég, fajsulya 0,068, a közönséges légnél tehát közel 14-szer könnyebb. Ezen minden testeknél nagyobb könnyűsége miatt *köneny* nevet visel.

b) Tűz ápolásra alkalmatlan, de a közönséges légbe eresztetvén égő, vagy izzó test, villámszikra, vagy *Döbreiner* 1823-ban tett földménye szerint érenyapló által is meggyujtható, lángja gyenge világosságú. Ha szűk nyílású csőn kibocsátott, és meggyujtott köneny lángja fölébe kellő hosszáságú és tágulatú üvegcső tartatik, abban az orgonasíp hangjához hasonló hang szokott létrejönni, melly bizonyos csőben, ha az fölül nyílt, egy nyolczaddal magosabb, mint ugyanazon hosszáságú, de fölül zárt csőben leendne. — Ha két légtárból, mellyek' egyike könenyt, másika élenyt foglal magában, a nevezett légek egymással egyesülésükre megkívántató arányban két különös csőn akkép bocsáttatnak ki, hogy azok csak a cső végén elegyedhessenek, ott meggyujtatván gyenge világosságú, de olly hőségű lángot adnak, mellyben az eddig meg nem olvasztható testek is nagyobb részint folyásba jönnek. — Ezen lángba tartott égetett mészdarab megtüzesedvén, a nap fényével vetélkedő világosságot terjeszt maga körül. — Két térfogatú köneny egy térfogatú élenynyel elegyedve *Biot* és *Hassenfratz* tapasztalata szerint már hirtelen nyomás által is meggyul. Ha ezen légelegy a vele fölfujt hólyagban, vagy szappanbuborékban meggyujtatik, igen éles durranást okoz, a miért is *durranó légnek* neveztetik.

c) A köneny lélekzésre, valamint az élenyen kívül minden más lég magányosan alkalmatlan; a közönséges léggel elegyedett könenybeni tartzkodás nehéz álmodást és lankadtságot okoz.

82) *Használata.* a) Szerfölötti könnyűsége miatt *Charles*

párisi tanár után, ki 1783-ban könenynyel telt léggolyót első eresztett, a tőle nevezett *Charlier* léggolyók töltésére használtatik. A léggolyó föleresztését kicsinyben könenynyel fölfújt szappanbuborékokkal is utánozhatni.

b) Érenyapló általi gyulékonyságánál fogva *Döbereiner*-féle gyújtó eszközben már nagyon elterjedett használata. Ez következő szerkezetű. Egy hengeridomú kénsavas vízzel félig megtöltött *A* üvegedény (29. rajz) *C* födeléről csaknem fenéig ér

29. rajz.



egy jóval kisebb átmérőjű *B* üvegharang, melynek üregében az alsó párkányánál kevéssé fölebb sárgaréz huzalról függő, vagy üveg támaszra helyezett darab *D* horgany vagyon. Mihelyt ezen horgany a savas vízbe merül, azonnal a fönnebb mondottak nyomán köneny fejlődik ki, mely a harang üregét elfoglalván, belőle a vizet mindaddig lenyomja, míg ez a horganyval érintkezésben van, de ennek megszűntével a köneny fejlődése is megszűnik. Ha már

most az üvegharang felső végét bezáró *E* csap fölnyitattik, a könenylég a harangba nyomuló víz által kiszorítottván a csap nyílásának ellenében egy henger idomú *F* tartóban helyezett érenyaplóba ötlök, s előbb azt megizzósítván pukkanással gyúl meg. Ez megtörténvén a horgany ismét érintkezésbe jő a savval, és az elhasznált könenyt kipótolni siet. Az eszköz további használata után a horganyval megtelült sav más savval váltatik föl, valamint a fölemésztett horganydarab is más horganydarabbal pótoltatik.

c) Czélszerűen használtatik, az előbbi szám alatt említett tulajdonánál fogva, *Hare* és *Newman* fuvójában, valahányszor a vegytani vagy természettani kísérletekre a lehetőségig nagy hőség vagy erős világosság szükséges.

d) Minthogy tapasztalás szerint 2 térfogatnyi köneny 1 térfogatnyi élenynyel meggyújtván, mint alább említendjük, vízzé egyesül, a köneny valamelly léggel elegyedett éleny mennyiségének meghatározására, *élenykémlőszer* gyanánt szokott használtatni. E végre egy légfogó, 12—15 ujjnyi hosszú és  $\frac{1}{2}$  ujjnyi átmérőjű üvegcső kívántatik, melynek ürege egyenlő térfogatú részekre rovatokkal elosztva vagyon. Ha ezen csőn keresztül, miután bele

a higanynyal töltött légkészület (30. rajz) segélyével, 2 térfogatú  
30. rajz.



kökeny és 1 térfogatú kémleendő lég eresztet-  
tett, villámszikra vezettetik, a kémleendő  
légben létező éleny maga térfogatánál 2  
annyi térfogatú kökenynyel föllobban és  
vizzé válik, mi által a csöbe zárt légelegy-  
nek térfogata jóval is megkisebbedik, a  
higany tehát a csöben fölebb száll. Ha most  
a cső a higanyba olly mélyen bocsáttatik,  
mig a csön kívüli higany' színe a csön be-  
lölivel egyenlő magasságú, a cső rovatain  
azonnal észrevehető lészen a csöbeni lég  
térfogatának kisebbedése, mellynek egy-  
harmada a kémlelt, és a cső rovatai által  
meghatározott térfogatú légben találtatott  
élenynek térfogatát jelenti.

e) Elvégre azon hathatós vegyrokonságnál fogva, mellyel  
kökeny az élenyhez viseltetik, használhatni öt a fémélegek' le-  
élenyezésére. Így ha kökeny egy izzón tartott csöben létező vas-  
élegén vagy rézélegén vezettetik, mind az egyik mind a másik  
élenyét kökenynek engedvén, tiszta fémmé válik. Ugyanis:

Rézéleg	{	réz.....	víz.
		éleny.....	
Kökeny.....			

83) *Vegyületei.* Élenynyel két arányban egyesülvén, kön-  
éleget (vizet), és könföléleget képez.

## I. §.

*Könéleg = Viz = H<sub>2</sub>O.*

84) *Előjötte.* A víz 2 térfogatú kökenyből, és 1 térfogatú  
élenyből áll, vagy 100 szemernyi vízben 89 szemernyi éleny, és  
11 szemernyi kökeny van, mit *Lavoisiér* már 1781-ben vízföl-  
bontás által bebizonyított, midőn bizonyos sulyú vízből fejlődött  
gözt meghatározott sulyú vasra, a 80-dik szám alatt leirt módon  
vezetvén, és a belőle származott kökenyt fölfogván ugy találta,



hogy a kifejlett köneny sulyja, az élenyezett vas sulyjának növekedtével együtt, a fölbontott víz sulyjához tökéletesen egyenlő. A természetben tömérdek mennyiségű víz található, de mivel más nemű testekkel folytonos érintkezésben vagyon, azokból több vagy kevesebb részeket magához vevén tisztátalan. A természeti vizek legtisztábbika a havasok jégodvaiban található; ehhez tisztaságban legközelebb áll az esővíz, melly a légkörnek minden portól, füsttől, és más kipárolgásoktól elegendő megtisztulta után a szabad léghen fogatik föl. A forrás és folyóvizek közül némelyek még meglehetősen tisztaságuk, de mások, valamint a kútvizek is közönségesen többféle sav- vagy sónemeket tartanak magokban föloldva.

85) *Előállítása.* a) Legtisztább víz nyerhető, ha 2 térfogatú köneny és 1 térfogatú éleny' egyesülése meggyujtás által létesíttetik. Ennek biztos eszközlésére már többféle készülék ajánlottak, legczélszerűbbnek látszik *Döbereiner* vízkészítő eszköze. Áll ez egy oldalcsővel ellátott *A* kis üvegedényből (31. rajz), mellynek közepén a légzárólag bele illesztett dugórul függő, és éreny-taplóval kevert agyag *e* labdac látható. Az oldalcső a végre szolgál, hogy a reá ragasztott *B* csap által a *C* légfogó *D* csapjára csavartathassék. Ha *A* edény előbb légszivattyu által lehetőségig légmentessé tétetvén pontosan megmérietik, azután a légkészületi veder hidjára helyzett, és bizonyos sulyú durranó léggel töltött *C* légfogónak *D* csapjához szoríttatik, a csapoknak minden rövid ideig tartó fölnyítására egy része a durranó léghen bele tódul, s az *e* labdac saját szerű hatása által hirtelen gyuladás nélkül csendesen vízzé egyesül, melly harmat gyanánt az edény oldalára szállván, utóbb összefoly. A csapok többszöri kinyitásával *C* légfogóból minden levegő fölszívatik, és *A* edényben vízzé változtatik. — Ha

31. rajz.



már most *A* edény lecsavartatván ismét megmérietik, az elhasznált durranó lég sulyával nehezebbnek fog találtatni; honnét nyilván kitetszik a víz összetétele.

b) Minthogy az előbbi módon csak igen kevés víz, az is tetemes költséggel készíttethetik, ennél fogva a vegyképletekre vagy más czélokra szükséges nagyobb mennyiségű víz közönségesen a természeti viznek lepárolgatása által állítatik elő. (74, i.)

86) *Tulajdonai.* A víz közönséges hőmérsék alatt szag- és íz nélküli, nagyobb tömegben kékszöldes színű folyadék, melynek fajsúlya legnagyobb sűrűségi állapotjában ( $3^{\circ}$  R hőmérsékben) egységül vétetik. Mind a három halmazállapotban létezhet;  $80^{\circ}$  R vagy  $100^{\circ}$  C alatt 1700-szor nagyobb térfogatú gőzzé válik,  $0^{\circ}$  R alatt pedig kemény testté vagyis jéggé szilárdul, melynek fajsúlya  $= 0,94$ . A víz tehát mind megfagyásakor, mind gőzzé változása-kor nagyobb terjedtséget nyer,

87) *Vegyületei.* Mint közömbös test mind savakkal, mind alyakkal vegyül, és velök az ugynevezett *vízgyeket* (68) képzí. Több jegőczőkben mint jegőcződési víz tetemes mennyiségben létezik. Némelly savakhoz és sókhoz, például kénsav és könhalvagsavas-mészéleghez, olly vonzással viseltetik, hogy a velök egyesülés végett gőz állapotjából, minőben a légköri léggel elegyedve mindig találtatik, híg állapotba tér, s az említett testek' tömegét növeli. Azért is illyféle testek sokszor különféle légek vízmentesítésére czélirányosan használtatnak. — Végtére az életműves anyagú testek is, ugymint: fa, papiros, szőr, toll, halcsont, s. a. t. kisebb nagyobb mennyiségű vizet a légből magokba szívnak, s az által nemcsak lágyabbakká válnak, hanem nagyobb terjedtséget is nyernek. Illy tulajdonú testek *nedvszívóknak* mondatnak, és az ugynevezett *nedvmérőkben* a körlég' nedvességének meghatározására alkalmaztatnak.

88) *Használata.* A víznek nem annyira használata, mint elkerülhetlen szüksége már csak abból is elegendőképen kitűnik, hogy nélküle mind növényi, mind állati élet lehetetlen volna; sőt még az életműtlen testek' vegyműködése is nagyobb részint megszűnnék.

## II. §.

*Könföléleg*  $= H_2 O_2 = 212,47$ .

89) *Thenard* 1818-ban föltalálta, hogy a víz még egyszer

annyi élenyt képes magához venni, a mennyivel már bir, és ezen vegyületet, melly nem egyéb mint könföléleg, *élenyes víznek* nevezte. Természetben nem találta.

90) *Előállítása.* Vizes könhalsavba tétetik sulyföléleg, melly úgy tekintendő, mint sulyélegnek és élenynek öszvege =  $\text{BaO} + \text{O}$ ; sulyéleg egyesül a savval, éleny pedig a vízzel. Ha az után a vegyületbe kénsav töltetik, az a sulyéleggel egyesülvén leverődik, és a könhalsav ismét szabad állapotba tétetik. Ezen folyadékba ujjonnan sulyföléleg tétetik, mellynek sulyélege a savval vegyülvén, élenye a vízzel egyesül. A sulyéleg ezen folyadékból kénsavval lecsapatván, a könhalsav ismét szabadabbá lesz, míg ezen műtétel többszöri ismétlése után végtére a könhalsav is ezüstéleggel, mellyel föloldhatlan sőt képez, lecsapatik, a fönmaradt folyadék pedig már mint könföléleg szürés által a lecsapott részekről elválasztatik, és nedvszívó testek által légüres üveggarang alatt a fölösleges vizétől megszabadíttatik.

91) *Tulajdonai.* Ezen vízszinü és fémizü folyadék tulajdon térfogatánál 475-ször nagyobb térfogatú élenynyel bir, mellyet kevés rokonsággal tartván, minden életműves testet egy pillanat alatt megfejejrit; tömény állapotjában már a közönséges hévmérsék alatt vízre és élenyre bontakozik. Hirtelen megmelegítetvén vagy fémekkel, avagy azoknak élegével érintetvén, durranással az említett részekre föl bomlik. Ha a készitési módja egyszerűbb s kevesebb költségü volna, vízzel elegyedetten megböcsülhetlen fehérítő szeryanánt szolgálhatna.

### III. Czikk.

L é g e n y = N = 88,5.

92) *Előjötte.* A körlégben élenynyel elegyedve böven találta, mert annak 79,19 részét teszi, és ennek okáért nyerte *légeny* nevét is. Ezenkívül még sok életműves, főkép állati testekben, és némelly életműtlenekben is foglaltatik.

93) *Előállítása.* a) Legegyszerűbb munkálat által a légköri légből nyeretik, ha valamelly, vízzel elzárt, és földköri léggel töltött harang alatt vilany elegendő mennyiségben elégettetik. A vilany

t. i. égés közben a légköri lég' élenyével vilsavvá változik, melly vízzel egyesülvén a légenyt tiszta állapotban hagyja.

b) Ha mészhaltvagra folyó könlegeg töltetik, a keverék pözs-gésbe indul, és a legtisztább légeny fejlík ki. (*Lásssá Gewerbszeit-schrift 1844 Mærz 1-te Hælfte.*)

94) *Tulajdonai.* a) Szín, szag, és íz nélküli lég, fajsulya 0,976. b) Sem égést sem lélekezést nem ápolja, innét nyelvünkön a német *Stickstoff* név után előbb *fojtó*-nak nevezetett. Élenynyel elegyedve minden ártalmas következés nélkül beszívható, sőt ekkép az élenynek az állati testek életműszerére teendő káros hatását lég-körünkben czélszerűen mérsékli.

95) *Vegyületei.* Csak egynehány anyagokkal egyesül, azok-hoz is csekély rokonsággal viseltetik. E helyen csak éleny- és könenynyeli vegyületeiről szólunk.

## I. §.

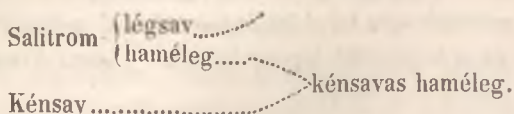
### *Légeny és éleny.*

96) Légeny az élenynyel több arányban egyesülvén különféle vegyületeket képez, ezek között legnevezetesb a légsav =  $N_2O_3$ ; melly csak akkor képződik, midőn az éleny és légeny más anya-goktólí elválásuk pillanatában egymást érintvén valamelly égvény-jellemű alylyal azonnal vegyülhetnek; vagy *Cavendisch* fölfedezése szerint, ha 1 térfogatú légeny, és  $2\frac{1}{2}$  térfogatú éleny keveréken haméleg oldata fölött villámszík-rák számosan vezettetnek. E sze-rint a légsav a természetben szabadon nem létezik, hanem csak alyakhoz kötve találtatik, például a közönséges salitromban ham-éleggel, az ugynevezett chili salitromban szikéleggel vegyülve. Melly vegyületek az életműves testek' a légkörbeni lassú rothadá-sának szokott eredményei.

97) *Előállítása.* Egy sulynyi görebbe helyzett közönséges vagy chili salitromra öntetik 2 sulynyi tömény kénsav, és a légsav kifejlődése fokonként növekedő melegítés ( $125^\circ C$ ) által eszközöl-tetik. A kifejlett légalaku sav *Woulfféle* készületbe (26. rajz) ve-zetettvén, abban meghűtés által folyadékká válik, vagy a benne



létező viz által elnyeletik. A kifejlődési folyamat e képlet szerint történik:



98) *Tulajdonai.* A savaknak közös tulajdonin kívül (60) e következőkkel bir:

a) Csak mint vizegy ismértetik, vízzel egyesülve szintelen, saját szagú, csipős savanyú ízű folyadék, fajsulya 1,52; 86°C alatt forr, — 40° C alatt fagy.

b) Életműves testeket, például bőrt, gyapjút, fehér lószórt, csontokat, és tollakat sárgára festi, s reájuk tovább hatván szétromtja.

c) Minthogy az élenyt magában nagy mennyiségben, s csekély rokonsággal tartja, tőle több testek, főkép fémek nagyobb részint (arany, éreny, röteny, neheny, kemeny, festeny, seleny, imeny nem) élenyülnek, és élogeik a sav' épen maradott részében föloldatnak.

d) Midőn valamelly fém vízzel nem nagyon hígított légsavban élenyül, az élenyének részétől megfosztatván *légecssavvá* =  $N_2O_3$  változik. Közöséges hévmérsékben sárgavörös színű lég, melly a hévség növekedtével sötétvörössé lesz. Vízzel egyesülvén azt sárga színűvé teszi; életműves testeket szinte azon színűekre festi, és a fémeket többnyire könnyen élenyesíti. — Ez a műiparilag előállítatni szokott légsavban is létezik, és avval az ugynevezett *légecssavas légsavat* =  $N_2O_4$  teszi, s attól lassú lepárolgás által nagyobb részint elválasztható.

e) Ha nagyon hígított légsavban réz vagy higany élenyítte-tik, a savnak egyik része élenyének nagyobb részétől megfosztatván mint *légéleg* =  $N_2O_2$  légalakban fejlik ki. Ez szintelen és lélekzésre alkalmatlan lég. Élenynyel vagy földköri léggel elegyedvén azonnal térfogata kisebbedésével előbb leirt sötétvörös színű légecs-savvá válik. Ezen tulajdonánál fogva a légéleg a földköri légben létező éleny mennyiségének meghatározása végett *Fontana élenykémlőben* kémlőszer gyanánt használtatott; azonban, minthogy ezen kémlési módnál alapul, de hibásan, föltétetik, hogy csak az éleny és légéleg' vegyületéből képzendő sav nyeletik el a víztől, nem

pedig a légéleg is, az illyféle légkémlés szükségképen hibás eredményre vezetett.

f) Végül, ha vízzel igen hígított légsavban horgany oldatik föl, akkor a légsav még több élenyt veszít, és légalakú *légélecs*  $= N_2O$  változik. Még tisztábban előállítható a légélecs a légsavas könnyeg' görebheni fölhevítése által. A légélecs szin és szagnélküli édes ízű lég, melyben a testek élénkebben égnek mint a körleghen. Ha lélekzéssel fölszivatik, kellemes kábultságot okoz, s ennek okáért *kéjlégnek* is neveztetik. Az állatok benne élni hamar megszűnnek, mert életműszereik ezen lég' szerfölötti izgató erejét sokáig meg nem bírják, 50-szer kisebb térfogatra nyomva folyadékká válik.

99) *Használata.* A légsav, minthogy a legtöbb fémeket élenyíti és föloldja, nemcsak vegykémleti munkálatokban, hanem az iparművészet különféle ágaiban is megböcsülhetlen szer. Azon tulajdonánál fogva, hogy az aranyt föl nem oldja, annak az ezüsttől elválasztására használható, ha t. i. az arany a vele egyesült ezüstnek negyedrészt meg nem haladja; s innét közbeszédben *választó-víznek* neveztetik. Legujabban (1846) *Schönbein* találása szerint használtatik a lögyapot előállítására; t. i. a gyapot valamint a farost, len, kender s. a. t., szénenyen kívül élenyt és könenyt azon arányban foglalja magában, melyben a vízben találtatik; ennek okáért, ha a gyapot zárt térben hevítetik, ott meg nem gyulad, hanem felbomlik, élenye könenynyel vizet alkatván, szénenye pedig visszamaradván. De ha a gyapot légsavban áztatik, abból annyi légéleget képes magába felvenni, a mennyinek élege a gyapot szénenyét zárt térben tökéletesen elégetheti.

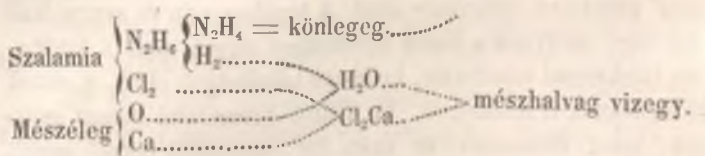
## II. §.

### *Légeny és köneny.*

100) *Előjötte.* Ezen két lég egymással keveredvén csak eleget ad, de ha szármozási állapotjukban érintkeznek, azon légalakú vegyületet képzik, melyet *könnyeg* vagy *szálló égrénynek* nevezünk; mint ezt az életműves, de leginkább állati testek rothadásánál vagy azoknak száraz uton történt lepárologatásánál tapaszt-

talhatni. Egyébiránt az illy uton származott könlegeg sohasem tiszta.

101.) *Előállítás.* Készítetik a görebbe tett könhalvsavas könlegeg (szalamiasó) apróra tört étető mészszelei fölhevítése által; mert :



a kifejlett könlegeg *Woulfféle* készülletben vízzel egy sítetik.

102) *Tulajdonai.* a) Szintelen légnemű, saját csipős szagú, lugizű test, melly vegyjellemeire nézve az égvényekhez tartozik, fajsulya 0,60; 7-szeri sűrítését létrehozó nyomás által folyadékává válik.

b) Égő testeket eloltja; élenynyel elegyítve durranással meggyul; lélekzésre alkalmatlan, sőt halálos.

c) Vörös izzó hőség vagy villámszikrák által fölbontatik.

d) Vizhez olly nagy rokonsággal viseltetik, hogy annak 1 térfogatú mennyisége ebből 670 térfogatnyit képes elnyelni.

e) Savakkal sókat képez.

## IV. Czikk.

S z é n e n y = C = 76.

103) *Előjötte.* Nevét a széntől kölcsönözte, minthogy annak legnevezetescbb létrészét teszi. A természetben igen elterjedve találatik. Tiszta széneny a gyémánt, kevesebbé tiszta a vasszén (irla = graphites), még kevesebbé a köszén, vagy bármelley életműves testből száraz uton történt lepárolgás, vagy az ugynevezett szénégetés által nyert szén; mert a köszénben és növényi szénben széneny a könenynyel; az állati szénben pedig légenynyel vagyon egyesülve. Műszerileg előállított szénfajok közt legtisztábbik az, melly a lámpakoromból tovább tartó izzás által készül, vagy az izzó üvegcsön átvezetett borszesz vagy terpentinolaj gőzből annak olda-

lára rakodik, de tökéletes tiszta mesterségesen eddig még elő nem állítottott.

104) *Tulajdoni.* a) Jegőcz alakban, mint a gyémántban találattik nyolcz lapú, többnyire szintelen, átlátszó, ragyogó fényű, s minden testek között legnagyobb keménységgel bíró test, mellynek fajsulya 3, 5. Jegőcztelen állapotában pedig fekete színű, minden szag és íz nélküli anyag, melly semmiféle folyadéktól föl nem oldatik.

b) Légmentes térben magányosan a hőség legnagyobb fokát is fölolvadás nélkül kiállja; de az éleny vagy földköri lég hozzájárultával láng nélkül elég. A gyémánt csak igen nagy hőségben, például a durranó lég lángjában ég meg.

c) A növényi, de leginkább az állati szén nagy likacsossága miatt többféle lég és gőznemű testeket a légkörből, vagy növényi festékeket, szagokat és némelly sókat a folyadékokból kisebb nagyobb, de mindenesetre tetemes mennyiségben magába szívja. Így például egy köb ujnyi porrá tört állati szén könlegegéből 90, könhalvagsavból 80, kénélecsből 65, szénsavból 35, élenyből 9 köb ujnyit képes elnyelni. Vizgőzbe helyezett szén abból maga sulyjánál két annyi sulynt föl szívhat.

105) *Használata.* A széneny használata igen sokféle.

a) Széneny gyémántalakban, nem tekintvén annak ékesség végett történni szokott alkalmazását, a szerfölötti keménysége miatt üvegtáblák metszésére használtatik.

b) Csaknem minden fekete festékeink szénből készítettnek.

c) A faszén, és olly kőszén, mellyből a röpülékeny részek hőség által kihajtottak, sokféle iparművészeti munkálatokban, hol erős, füst nélküli tűz szükséges, közönségesen kedvelt tüzelő szer.

d) Az érczolvasztó hutákban a faszén nemcsak mint tüzelő, hanem egyszersmind mint igen hathatós szer a fémlegeknek leélenyezésére használtatik.

e) Füz- vagy mogyorófának gyengébb ágaiból, vagy kendernek szárából készült szén, löpor gyártására, mint lényeges rész fordittatik.

f) Minthogy a növényi festékeket, szagokat, (káfor = camphora, és égény = aether szagát kivevén) magához szívja, czukorgyárokban a csontokból égetett szén (spodium) a szörp szintelení-



tésére jó sikerrel használtatik. — Ha vízzel föleresztett méz, vagy megavasodott zsír, vaj elegendő szénporral főzetik, minden kellemtelen szagától megszabadul. — A poshadt vizek olly szűrő edényen, mellynek üregében kimosott homok, és szénpor egymást fölváltó rétegekben létezik, általszívárogván ihatókká lesznek. Ha azon szénpor, melly többszöri használat által minden tisztító erejét elveszté, erős lugban néhány óráig áztatik, s azután meleg víz által a lugrészeitől megszabadítatik, előbbi tisztító erejét ismét visszanyeri. (Lásd *Encyclopaedische Zeitschrift des Gewerbewesens redigirt von Prof. Dr. Hessler 1842. Heft 14; Seite 519.*)

106) *Vegyületei.* Ezek közül legnevezetesebbek azok, mellyeket élenynyel, könenynyel, és légenynyel képez.

## I. §.

### *Széneny és éleny.*

107) Ezen két anyag különféle aránybani egyesüléséből több vegyületek származnak; itt mi csak a *szénsav*ról, és *szénélegről* szólunk.

A.) *Szénélegsav* =  $\text{CO}_2$  = 276,4.

108) *Előjötte.* A földköri légben mindenütt, és mindig, ámbár csekély mennyiségben található, mert abban különféle vegyfolyamatok által folytonosan készül. Így:

a) Szénenyt foglaló testek égése által, mellyben széneny az élenynyel többnyire szénélegsavvá vegyül.

b) Állatok lélekezése által; mert az állat vérében létező széneny a tüdőbe szívott földköri lég' élenyével részint egyesülván szénsavat képez.

c) Az életműves testek száraz utoni lepárolgása, pözsgése avagy forradása által; innét van, hogy nagyobb mennyiségű must forradásakor az egész pincze szénsavval megtelhet.

d) A földgyomrában véghezmenő vegyészeti folyamatok által; az ekkép' kifejtett szénélegsav a földalatti üregeket, barlangokat sokszor egészen betölti, a bennök létező vizet savanyú vízzé változtatja, vagy a földrétegek repedésein a légkörbe kiömlik.

e) Legnagyobb mennyiségben különféle alyakkal egyesülve étezik; így a roppant tömegű mészhegyeknek csaknem fele szénsav.

109) *Előállítása.* Ha valamely szénsavas aly, például finom porrá tört kréta vagy márvány a légfejtő *a* palaczkba (32. rajz) tételik, reá előbb vizet, azután bármely nemű savat, például kénsavat a *c* biztosító csőn öntvén, azonnal kifejlik a légnemű szénsav, mely a meleg vízzel töltött légveder segélyével fölfogható. Ugyanis:

Kréta { szénsav.....  
          { mészéleg.....

Kénsav..... kénsavas mészéleg = gipsz.

110) *Tulajdonai.* a) Szintelen, gyenge savanyúságú, és a

32. rajz.



nedves lakmuszpapírt mûlékonyan vörösítõ lég, fajsulya 1,5. Ha 10°C hõmérsékben 34-szer sűrűbbé tételik, mit *Faraday* felfödözése szerint tulajdon kifejlődési törekvéseivel is eszközölhetni, folyadékká válik, mely az öt foglaló erõs edénybõl vékony nyílású csõn nyílt edénybe bocsáttatván, részint elpárolog, részint pedig a víz

agypontján alól 90° C fokig is meghidegülvén hóalakú s puha tántatú fehér testlé fagy. E kísérlet véghez vitelére *Natterer* testlék Bécsben 1844-ben igen czélszerû eszközt gondoltak ki.

b) Közönséges hõmérsék, és szokott légnyomat alatt 1 térfogatú víz ugyanannyi térfogatú szénsavat vesz föl; azonban alsóbb évfokban, és tetemes nyomás által jóval is nagyobb mennyiségű szénsavval megterheltetik, s az által kellemesen csipõs savanyúságot kap, valamint azt a pözsgõ sörben, borban, és mind természeti, mind mesterséggel készült savanyú vizekben tapasztalhatni.

c) Az égõ testeket cloltja, állatokat megfojtja; mi történni szokott, midõn valaki a must forradásakor pinczékbe, vagy némely barlangokba vigyázatlanul bemegy, kutakba leereszkedik, vagy nagyobb mennyiségű izzó szénnel melegített szobában tartózkodik.

d) Mészéleg' vizegyéhez igen nagy rokonsággal viseltetik, meszes vízbe vezettetvén azt azonnal tejessé teszi; mert a mészéleggel vegyülvén szénsavas-mészéleget képez, melly a vízben föloldhatlan.

**B.) Szénéleg = CO = 176,4.**

111) *Előjötte.* Ez képződik a szabad légben, valahányszor a szén meggyuladni kezd, és csak kevés éleny hozzájárultával folytatja égését.

112) *Előállítás.* Ha a szénsav csőben zárt, s megizzósított szénen keresztül vezettetik, abból 1 vegysulnyi szénenyt fölvevén két akkora térfogatú szénéleggé változik. Ugyanez történik a szénsavas-mészélegnek (kréta) sok szénneli görebben izzása, vagy nádczukornak négy annyi tömény-kénsavvali hevítése által; ez utolsó esetben a kifejlett szénéleg egy ötödrésznyi szénsavval szokott elegyedve lenni. (*Dingler polyt. Journal. 1845. XCVII kötet, 465 lap.*)

113) *Tulajdonai.* a) Szinnélküli és gyenge, de saját szagú, közönbös jellemű lég, fajsulya 0,97.

b) Égést nem ápolja, de a földközi lég' érintésében meggyujtatván szép kék lánggal szénsavvá ég.

c) Lélekezésre alkalmatlan, sőt a szénsavnál sokkal veszedelmesebb; mert ha közlégben belőle csak  $\frac{1}{4}$  résznyi is foglaltatik, ájulást okoz.

## II. §.

### *Széneny és köneny.*

114) Ezek együtt sokféle vegyületeket képeznek, mellyek közül természettani tekintetben legnevezetesebb a *könszénecs* (bányalég), és *könszéneg* (olajtnemző lég); elsőben a köneny legkevesebb, másodikban pedig legtöbb szénenynyel vagyon egyesülve.

**A.) Könszénecs = H<sub>4</sub> C = 101, 3.**

115) *Előjötte.* Ez, ámbár nem legtisztábban, képződik a mo-

csárok' sárában rothadó növényrészekből; azonfölül kifejlődik a kőszénbányákban némelykor nagyobb mennyiségben.

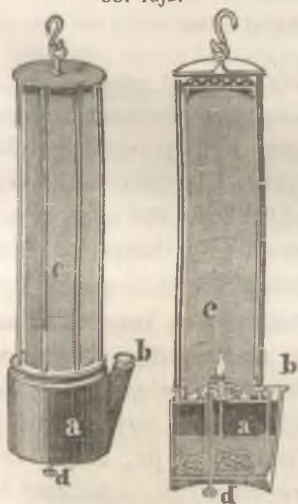
116) *Előállítása.* Ha zsir, olaj vagy gyánta nélküli életműves testek száraz uton lepárologatnak, többféle terményeken kívül bányalég is fejlík ki belőlük, de sokkal tisztábban előállítható a borszesz-gőznek szénnel töltött, és megizzósított csőn átvezetése által.

117) *Tulajdonai.* a) Szintelen, saját szagú, közömbös jellemű lég, mely még eddig folyadékká nem változtathatott, fajsulya 0,56.

b) Léghörben meggyujtatván halavány sárga lánggal ég, és az által vizet és szénsavat termeszt; 2 térfogatú élenynyel vagy 10 térfogatú földközi léggel elegyedve meggyujtatván erős durranást okoz, és a bányászoktól ugynevezett *csapóleget* (schlagendes Wetter) képi.

*Jegyzék.* A kőszénbányákban nagyobb mennyiségben kifejlődött, és a munkások lámpáiktól meggyulladt bányalég már sok ember életébe került, míg nem *Davy* által föltalált biztosító lámpa használatával ezen veszedelem is nagyobb részint elhárított. Áll ez egy egyszerű a lámpából (33. rajz), melybe b csőn

33. rajz.



olaj töltetik. Erre, minekutánna az olaj meggyujtatott, helyeztetik egy finom vas huzalból készült, és 1 négyszög ujjnyi területen legalább is 800 likacsokkal bíró henger idomú c szövet. Az ekkép' készített lámpa bányászati munkálatokra elegendő világosságot ad, a nélkül, hogy a netalán a bányában létező bányaléget meggyujthatná. Tudniillik a lángjához befolyó bányalég a szöveten belül lánggal ég ugyan el, de a huzalszöveten keresztül törekedő láng, azaz égési állapotban létező anyag a szövet által annyira meghidegül, hogy a szöveten kívüli gyuló léget már meg nem gyujthatja. Egyébiránt megkivántatik, hogy ezen lámpa is nagy vigyázattal használtassék, különben az említett veszedelem könnyen előidéztethetik.

**B.) Kőszéneg**  $= H_4 C_2 = 177,5$ .

118) Ezen lég 1796-ban a hollandi vegykémek által találtván föl, az előbbivel elegyedve teszi a világításra használatni



szokott léget. Természetben nem kerül elő. Minthogy halvanynyal egyesülvén bizonyos olajt képez, *olajtnemzőnek* mondatik.

119) *Előállítása.* Készítetik 1 résznyi borszeszből, és 3 résznyi tömény-kénsavból mérsékelt fölhevítés által. A borszesz t. i.  $= \text{H}_6\text{C}_2\text{O}$ ; ezen alkatrészekből a kénsav működése által  $\text{H}_2$  és  $\text{O}$  vízzé egyesül, tehát marad még  $\text{H}_4\text{C}_2$ , azaz olajnemző lég, mely a légkészületben fölfogatik. Előállíthatni ezen léget olly életműves testek száraz utoni lepárologatása által is, melyekben némelly zsíros, olajos és gyántás részek találtnak, millyenek például a kőszén, gyántás fák, vagy bármellyféle zsiradék, olaj vagy gyánta, de az ezekből kifejtett léget tisztítás végett mésszszel kevert vízen szokás átbocsátani.

120) *Tulajdonai.* a) Szintelen, de igen kellemetlen szagú lég, fajsulya 0,98.

b) Földközi légben meggyújtva erős világító lánggal, a nélkül, hogy maga után szagot vagy füstöt hagyna, vízzé, és szénéleg-savvá ég; tökéletes elégsére élenyből 3 térfogatú, földközi légből 15 térfogatú mennyiség szükséges, melyekből készített keverék meggyújtván igen erős durranást okoz.

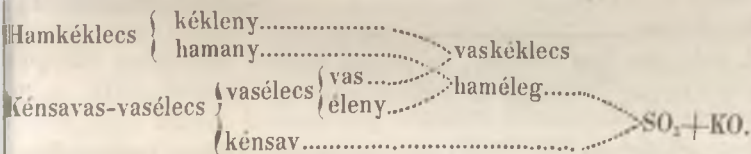
121) *Használata.* Minthogy erős világgal minden füst és szag nélkül ég, az ugynevezett légvilágításra alkalmaztatik. Ezen célra kemenczében helyzett, és izzásig hevített vashengerekbe rakott kőszén, vagy azokba vékony folyammal bocsatott olaj, avagy folyógyánta szokott használtatni. Melyekből izzás által az olajnemző légen kívül még szénéleg (111), szénsav (108), bányalég (115), vízgöz, és ha előállítására kőszén használtatik, könkénegsav is fejlődik ki. Ezen egyveleg először hidegen tartott csöken vezetettvén magából *kátránt* (Theer), és vizet rak le, azután pedig egy hengeridomú edényben létező mésztejen bocsátatván a szénsavtól és könkénegsavtól megszabadíttatik. Mi megtörténvén, egy lemezekből készült, és vízzel tölt kutban merített légtartó alá jut, honnét csapokkal ellátott csökon a kitűzött helyre vezetetik, a hol csap kinyitása után meggyújtván kellemesen világít. Midőn a világító lég készítésére kőszén használtatik, abból a lég kifejlése után egy igen likacsos fémfényű, *koks*z név alatt ismeretes szén marad, mely ugyan nehezen gyulad meg, de azután igen nagy meleggél minden

bűz nélkül ég. — Most már olly lámpák is készítettnek, mellyekben az említett lég először borszesz lángja által olajból fejtetik ki, ez az égő borszesztől meggyulván az utóbbi kifejlést maga eszközli; ezek azonban, minthogy kezelésük némi bibelődést igényel, nem igen használtatnak.

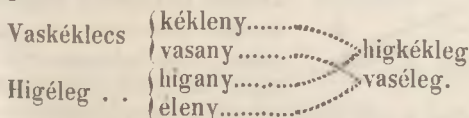
### III. §.

#### *Széneny és légeny.*

122) *Előjötte.* Széneny 2 vegysulynyi mennyiségben ugyanannyi légennyel igen nevezetes vegyületet képez, melly *kékleny* = 2 CN, nevet visel, mivel vassal egyesülván az ugynevezett *berlini-kék*-et teszi. Képződik mesterséges uton, ha állati szén haméleggel összekeveredve hosszabb ideig izzó állapotban tartatik. Ez által t. i. haméleg élenye az állati szén egy részével szénéleget vagy szénsavat képezvén a görebből elillan, a hátramaradt hamany pedig két vegysulynyi szénennyel és légennyel, azaz kéklenynyel egyesülván hamkéklecset létesít, melly a fölösleg széntől viz által elválasztható és citromsárga jegeczekben előállítható só, mellyben vas is találtatik, de azt itt tekintetbe nem vesszük. Ha ezen sónak oldata kénsavas-vasélecs oldatába töltetik, következő vegyfolyamat áll elő :



Továbbá, ha az ekkép képződött vaskéklec 1 része higélegnek 2 részével 8 résznyi vízben fölhevítetik, a termények: higkékleg és vaséleg, mert :



123) *Előállítása.* Legegyszerűbben nyerhető, ha higkékleg görebben fölhevítetik, s a kifejlődött kékleny higannyal tölt légkésületben fölfogatik.

124) *Tulajdonai.* a) Saját szagú, szintelen, tüdökre mér-  
ges hatású lég, mely 4-szer megsűrítettén folyadékká válik, faj-  
sulya 1, 8 \*).

b) Kékes vörös lánggal ég, mely alkalommal szénélegsav  
nemződik, a légeny pedig vegyületlen marad.

c) Élenynyel egyesülván *kéklegcsavat*  $N_2 C_2 O_2$  képez, mely  
eddig csak alyakkal vegyülve állíthatott elő. Az ezüstéleghez és  
higéleghez olly csekély rokonsággal viseltetik, hogy az ezekkel  
vegyülete dörzsölés, ütés vagy fölmelegítés által is hirtelen nagy  
durranással szétbomlik; honnét az említett élegekkel *Hogard* által  
föltalált vegyületei *durranó sóknak* neveztetnek, melyek akkor is  
durranással bomlanak föl, ha reájok kénélegsav csöpentetik. Ezek  
könnyen készíttetnek, ha legélegsavas ezüstéleg vagy higéleg ol-  
datába meleg borszesz töltetik; a lecsapatott fehérés anyag lészen  
a durranó só, mely eddig csak a puskák elsütésére alkalmazott  
*gyútotokban* használtatik.

d) Könénynyel egyesülván képzi a *könkécsavat*  $C_2 N_2 H_2$ ,  
mely keserű mandolákban, és borostyánmegy leveleiben csekély  
mennyiségben készen találattik. Mesterségesen hamkélecsre töltött  
kénsavval előállítható, mert:

Hamkélecs	{ kékleny.....	} könkécsav.....
	{ hamany.....	
Viz	{ köneny.....	} haméleg.....
	{ éleny.....	
Kénélegsav.....		} kénélegsavas-haméleg.

A melegítés által kifejlett, és jéggel hűsített palaczkban fölfogott  
könkélecsav szintelen és keserű mandola szagú folyadék, mely

\*) *Faraday* által föltalált módon a légnemű kékleny könnyen folya-  
dékká nyomható, ha t. i. körülbelül 10 ujnyi hosszú, és két harmad részen  
meghajtott *ab* (34. rajz) üvegcsőbe nyílt *b* végén higkéleg tétetvén, az *a*-nál

34. rajz.

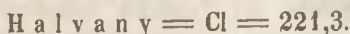


vigyázattal addig hevítetik, míg a  
kifejlődő kékleny, a csőben létező  
körleget kiszorította, és ekkor a  
csőnek *b* vége beforrasztatván a me-  
legítés folytattatik; mert, mihelyt a

higkéleg fölbomlása által 4-szer annyi kékleny kifejlett, mennyi az *ab* cső  
üregét közönséges légnymat alatt betöltené, azonnal folyadékká kezd sürü-  
södni, mely a cső *b* végénél látható lészen. Ezen módon több más légnemű  
testek is csekély költségű készülettel folyadékká változtathatnak. A siker biz-  
tosítása végett célirányos a cső *b* végét hideg vízbe állítani.

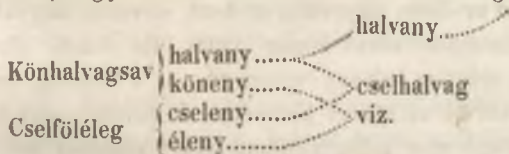
annyira röpülékeny, hogy 18° C alatt már forr; állatokra nézve legerősebb és leggyorsabb hatású méreg.

## V. Czikk.



125) *Előjötte.* Ezen nevezetes anyag nagy mennyiségben, de mindig másokkal vegyülve találtatik. Így konyhasóban szikeny-nyel, könhalvagsavban könenynyel létezik. *Scheele* által már 1774-ben felfödöztetett, de természete csak 1809-ben *Gay Lussac* és *Thenard*, utóbb *Davy* által ismerttetett meg.

126) *Előállítás.* Egy sulynyi finom porrá tört cselfölélegből, és 3 sulynyi könhalvagsavból álló keverék görebben vízfördő által fölhevítettén magából a halvanyt kifejti, mely *Woulf* készülétében víz nélkül, vagy sósvíz fölött légkészületben fölfogható.



*Jegyzék.* Ha 2 résznyi könhalvagsav 1 résznyi kénsavval és 1 rész cselföléleggel görebben vegyítettik, a halvany minden előleges hevítés nélkül is kifejlik. (Lásd *Dingler polytech. Journal* 1844 *Marzius Heft*).

127) *Tulajdonai.* a) Közöséges hőmérsékben zöldessárga színű, saját szagú, fullasztó lég; fajsulya 2,5; alantabbi hőmérsékben vagy a szokott légnyomat negyedrésszével nagyobb nyomás alatt zöldsárga folyadék.

b) Az égő testek égésüket halvanyban is, de füstös lánggal folytatják; porrá tört dárdany beleszórátván tüzes eső képét tünteti elő.

c) Földközi léggel beszívátván erős köhögést, náthát, főfájást; tisztán fölszíva pedig halált okoz.

d) A vele érintkező életműves testeket elrontja, a belőlük fejlődő szagokat eltörli, színüket fehérré változtatja; s innét nyel-vünkön *halvany*-nak mondalik.



e) Bizonyos térfogatú hidegvizzel két akkora térfogatú halványlég egyesül, s vele színét, szagát és fehérítő tulajdonát közli, melyet a halványnyal terhelt víz sötétben tovább is megtart, de napvilágon hamar elveszít; mivel a halvány víz könenyével egyesülven könhalvagsavat képez, az éleny pedig légalakban kiszabadul.

128) *Használata.* a) Fehérítő tulajdonánál fogva vászon- vagy pamut-szövetek, papír gyártására szánt rongyok, valamint viasz fehérítésére használtatik.

b) A légben dögletes természetű, és nyavalákat okozó ki-párolgások elpusztítására, vagy ragadós nyavaláktól gyanús ruhák tisztítására czélszerűen alkalmaztatik; mert minden életműves természetű anyagnak egyik létrészét, a könenyt, magával egyesítven az ártalmas anyag természetét elváltoztatja.

c) Azonfölül többféle iparművészeti foglalkozásokban igen hasznos szer.

129) *Vegyülete.* A halvány fémekkel azon arányban egyesül, melyben azokkal az éleny egyesülni szokott, s velök nagyobb részint vízben föloldható sókat képez (69). Ha fémek élegeire, például haméleg oldatára halvány vezetetik, az a haméleg fémének 5 részével egyesülven az élenyt kiszorítja és hamhalvagot képez; a kiszorított 5 éleny rész pedig a halványnak 1 részével halvsavvá, ez tovább haméleg 1 részével halvsavas-haméleggá vegyül. Az ekkép képzett halvsavas-haméleg a vele egy folyadékban létező hamhalvagtól jegőcződés által elválasztható, mivel amannál vízben kisebb olvadáhatósú. Ezen só már csak azért is említésre méltó, mivel fölhevítettven a legtisztább élenyt nagy mennyiségben adja (76. a), és a gyufák, gyutokok elkészítésében főszerepet játszik. A felhozott példából kitetszik, hogy halvány az élenynyel egyesülni képes. Azon fölül egyesül könenynyel és légenynyel is, többi vegyületeit, mint természettani tekintetben kevesbé nevezeteseket, nem említvén.

## I. §.

### *Halvány és éleny.*

130) Halvány élenynyel 4 arányban de csak közvetve, például fémlegek fölbontása által egyesül, és ugyanannyi halvsavakat nemz, melyek nevezet szerint e következők: *halrfölélegsav* =  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ;

*halvélegsav* =  $\text{Cl}_2\text{O}_5$ ; *halvélecssav* =  $\text{Cl}_2\text{O}_3$ ; *halvalélecssav* =  $\text{Cl}_2\text{O}$ .  
 — Mind a 4 féle sav a halvsavas-haméleg sóból célirányos kezelés által előállítható. A két első által képzett sók magányosan fölhevítettén magokból sok élenyt bocsátanak ki; gyuladó testekkel pedig megmelegítettén vagy dörzsöltetván azokat meggyújtják; innét érthető a dörzsgyufák meggyuladása. — A két utolsó sav a velők érintkező gyuló testeket könnyen meggyújtják, ezek által eszközöltetik a kénsavba mártott gyufáknak gyuladása is; ha pedig légállapotban csak kevéssé is megmelegítettnek, durranással bomlanak szét. (Lásd ezekről Dr. Thomas Graham's Lehrbuch der Chemie, bearbeitet von Dr. Fr. Jul. Otto. 224—236. lapokon.)

## II. §.

### *Halvány és köneny.*

131) *Előjötte.* Halvány könenynyel könhalvagsavat (sósav)  $\text{Cl}_2\text{H}_2 = 455$ . nemz. Ez előjön némelly tűzhányó hegyekből emelkedő párában. Tiszta állapotban csak műszerileg készítettik.

132) *Előállítás.* Egyenlő térfogatú halvány és köneny egymással elegyítve árnyékos helyen lassú működéssel, napsugarai által hirtelen erős durranással könhalvagsavvá egyesülnek. De célszerűbben készül ezen sav, ha görebben létező konyhasóra egyenlő súlynyi töménykénsav öntetik, s a keverék fölhevítettik. A kifejlő légalakú savat vízfoglaló Woulffele készülletbe szokás vezetni, hol a vízzel egyesül. A vegyfolyamat, melly szerint ezen sav készül, e következő:

Konyhasó	}	halvány.....	}	könhalvagsav
		szikeny.....		
Víz . .	}	köneny.....	}	szikéleg.....
		éleny.....		
Kénsav.....				kénsavasszikéleg.

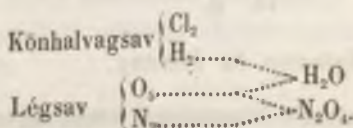
133) *Tulajdonai.* a) Viz nélkül színetlen, fullasztó szagú, savanyú ízű lég, fajsulya 1,2;  $10^\circ\text{C}$  hőmérsékben 40-szeri sűrítés által folyadékká lesz.

b) Szabad légre bocsáttatván füst gyanánt tűnik elő; mert a körlégben létező vízpárát köddé sűríti.

c) Vizhez nagy rokonsággal viseltetik; ugyanis 1 térfogatnyi víz által 480 térfogatnyi könhalvagsav nyeletik el, és színtelen folyadékot ad; azért az árúbeli sósav, mely többnyire sárga színű, nem egészen tiszta.

d) Fémek által, melyek a halványhoz nagy rokonsággal viseltetnek, például horgany, szétbontatik; mert halvány a fémmel fémhalvaggá egyesül, könny pedig légalakban kifejlik. Fémekkel érintkezvén kettős válrokonság által fémhalvagokat, és vizet képez; ha pedig fémföleleggel, például csclföleleggel fölmelegíttetik, az említett terményeken kívül a halvány mint válmány fejk ki (126).

e) Egy rész légsavval 3 rész könhalvagsav elegyíttetvén mind egyik mind másik fölbontatik, és létrészeik új vegyületeket képeznek. Tudniillik:



Ezen vegyületeknek egyvelege, minthogy a benne létező halvány működése által az aranyt, fémek királyát, föloldja, közönségesen *király-viznek* neveztetik.

134) *Használata.* Nemcsak vegytani és orvosi, hanem műipari tekintetben is majd magányosan, majd légsavval vegyítve mint királyvíz nagyon kiterjedt használatú.

*Jegyzék.* Ha egy halvánnyal tölt palaczk nyílásával lefelé szalamia só oldatába helyheztetik, a halvány az oldatnak egyik alkatrészével t. i. légenynyel egyesülvén sötétsárga színű olajnemű csöpöket képez, melyek az oldatban lesülyedvén a palaczk nyílása alá alkalmazott ólom csészében fölfogatnak. Ezen termény leginkább csak azért nevezetes, hogy életműves testekkel, főképp gyántákkal vagy olajokkal érintetvén azonnal borzasztó durranással, az üveg-edényeket szétrombolván fölbomlik; azért is csak minden kitelhető vigyázattal készíttendő.

## VI. Czikk.

B ü z e n y = Br = 489,1.

135) *Balard* által 1826-ban földöztetett föl a tengeri vízben szikenynyel és kesrenynyel vegyülve, nevét a kellemetlen bűzétől

nyerte. Ez egy sötét barnavörös folyadék, mely közönséges hőmérsékben magából sárgavörös halvány-szagú gőzt bocsát ki, —  $20^{\circ}\text{C}$  hőmérsékben pedig ólomszínű, jegőcz szerkezetű szilárd testté merevedik; fajsulya 2,96. — Életműves testekrei hatását, és vegyületeit tekintve, halványhoz igen hasonló.

## VII. Czikk.

I b l a n y = J = 789,1.

136) Az *iblan* Curtois által 1811-ben a tengeri növények' hamujában találtatott föl, létezik a tengeri vízben, és némelly érczes vizekben csekély mennyiségben, de többnyire csak fémekkel, s nevezetesen szikenynyel vagy hamanynyal egyesülve. Közönséges hőmérsékben sötét-szürke színű, jegőcz-szerkezetű, fémfényű, halványéhoz hasonlító szagú szilárd test; fajsulya 4,9. Fölhevítettén ibola színű gőzzé válik, honnét *iblan* nevet visel. Borszeszben vagy égényben könnyen föloldatik, vízzel csak kis mennyiségben egyesül. Keményítő oldatát kék színre festé, azért is valamelly oldatban jelenlétét keményítő oldattal szokás kémlelni. Ha porrá tört iblanra könlegleg folyóság töltetik, az ennek lége-nyével egyesülván sötétbarna színű port képez, mely gyenge érintésre is erős durranással szétbomlik. Többi tulajdonaira és vegyületeire nézve halványhoz nagyobb részint hasonló.

## VIII. Czikk.

F o l a n y = F = 116,9.

137) Ezen anyag onnét neveztetik *folany*-nak, mivel a néhez olvadáhatású testek ennek vegyületeivel elegyítve tűzben könnyebben megolvadnak. Találtatik leginkább mészenynyel vegyülve az ugynevezett *folpát*-ban; de azon erős rokonsága miatt, mellyel minden anyaghoz, még az üveghez is viseltetik, eddig magányosan elő nem állíthatott; mindazonáltal vegyületeiből gyaníthatni, hogy a halványhoz hasonló sönemző anyag.

138) *Vegyületei.* Könennyel vegyülván *könfolagsavat* ad, melly előállítható, ha finom porrá tört folpát 3 annyi sulyú tömény-



kénsavval ólom vagy ezüst görebben fölhevítettetik. Ez által ahhoz hasonló vegyfolyam áll elő, mely a könhalvagsav előállításánál látható (132). A kifejlő könfolagsav ezüst, arany vagy éreny edénybe vezetettvén füstölgő folyadék-alakban jelenik meg. Fölfogható víz által is, ha a göreb nyílása ólom csészében létező vízbe végződik. Az utóbbi módon fölfogott sav üvegedényben is eltartható, ha annak belső felülete előbb olvasztott viaszszal bevonatott. Ezen sav a bőrön fájdalmas hólyagokat támaszt, gőze belehelve a halványnál sokkal veszedelmesebb; a könhalvagsavban föloldható fémeket szintén köneny kifejlése mellett föloldja, és velük folagokat ad; azonban a királyvizben föloldható fémeket nem bántja. Nevezetes tulajdonai közé tartozik, hogy a kovélegsavat (kovaföld), melyre a legerősebb savanyok sem hatnak, fölbontja s vele vizet és légnemű kovfolagsavat képez, t. i. a könfolagsav könenye a kovéleg élenyével vízzé, a folany pedig kovanyal kovfolagsavvá egyesül. Ezen tulajdonánál fogva a viaszszal vékonyan bévont üvegtáblákon véghez vitt rajzolatoknak kietetésére használtatik. Ha a légnemű kovfolagsav vízbe vezettedik, annak könenyével a folany könfolagsavvá, élenyével pedig a kova kovélegsavvá válik, mely a vízben kocsonya alakban jelenik meg.

## IX. Czikk.

K é n e n y = S = 201, 2.

139) *Előjötte.* A tüzhányó hegyek torkulatiban, üregeiben, vagy azoknak környékén sokszor tetemes mennyiségben találhatik, nagyobb részint azonban más anyagokkal vegyületekben létezik. Az életműves testekben is, főkép állatokban, ámbár kevés mennyiségben előkerül.

140) *Előállítása.* A kénenyt foglaló érczek öntött vas kazánban zárt helyen fölhevítettnek, és az által képződött kénpara egy nagyobb üregű kamrába vezettedik, hol annak hidegebb falain sárga liszt alakban összeáll, és az ugynevezett *kénvirágot* teszi. Ha e munkálat tovább folytattatik, az említett kamra falai annyira megmelegednek, hogy a reájok rakodott kénvirág megolvad, s

akkor az a kamra alsó részéből csőn formákba bocsáttatik, melyekből megkeménykedésük után kivétetvén, 3—4 ujjnyi hosszú kénrudacsákat képeznek.

141) *Tulajdonai.* a) Közöséges hőmérsékben sárgaszínű, izetlen és töredékeny szilárd test, mely dörzsöltetvén magából gyöngé szagot bocsát, fajsúlya közel 2;  $108^{\circ}$  C fölül hevítetvén átlátszó folyadékká olvad, mely a hévség növekedtével  $160^{\circ}$  C foktól  $250^{\circ}$  C fokig megbarnul, s folyékonyságát annyira elveszti, hogy kifolyása nélkül az őt foglaló edényt fölfordíthatni. Ha ezen állapotjában hideg vízbe tétetik, puha nyulékenységét egy ideig megtartja. Tovább hevítetvén ismét folyóbbá lesz,  $316^{\circ}$  foknál pedig forrni kezd, s sárga színű gőzzé változik.

b) Szabad kör lég hozzájárultakor minekelötte forrásba jönne, már meggyulad, és szép kék lánggal ég.

c) A kén gőzben ezüst és rézből készült finom lemezek, nem különben mint némely testek az élenyben elégnék. Por alakú fémek, például vaspor vagy rézpor kénnel hevítetvén izzásba jönek. Miből kitetszik, hogy kényen működése az élenyéhez hasonló.

d) Kővér olajokban meleg segélyével föloldatik, vízben és borszeszben pedig nem.

142) *Használata.* a) Gyulékenység miatt kénygyertyákban és gyulákban mint tüzgerjesztő szer; löporban, mint annak alkotórésze közhasználatú.

b) Higanynyal száraz uton lepárologtatván azon elevenvörös színű festéket adja, melyet *czinóber* név alatt ismerünk.

c) Salitrommal megégettetvén a kénsav készítésére, s különben orvosi czélokra is fordittatik.

143) *Vegyülete.* a) Fémekkel több arányokban vegyül, és fémkénecseket képez, melyek a természetben is nagy mennyiségben, és gyakran igen szépen kifejlődött jegőcz-idomokban találtnak.

b) Élenynyel vegyülvén annak mennyiségéhez képest *kénalécssav* = SO; *kénalécssav* = SO<sub>2</sub>; *kénalélegsav* = S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; és *kénalélegsav* = SO<sub>3</sub> terményeket ad, melyek közül természettani tekintetben a második és negyedik nevezetes.

c) Könenynyel egyesülvén *könkénegsavat* = SH<sub>2</sub> nemz.

# I. §.

## Kény és éleny.

**A.) Kénlecssav** =  $\text{SO}_2$  = 401,2.

144) *Előjötte és előállítása.* Tüzhányó hegyek vidékein a körlégben, és némelly vizekben lelhető. Müszerileg a kénnek elégetése, vagy réznek kénsavvali fölhevítése által előállítható.

145) *Tulajdonai és használata.* a) Szintelen, fojtós szagú, savanyú ízű lég, fajsulya 2, 2; nyomás által vagy —  $20^\circ \text{C}$  fokig meghidegítve igen folyékony hígtestté válik, mely —  $10^\circ \text{C}$  alatt már forr.

b) Egy térfogatú vízzel 35 térfogatnyi egyesülhet.

c) Légsavakból az élenynek részét magához vonja, és az által kénsavvá lesz, azokat pedig legéleggé változtatja.

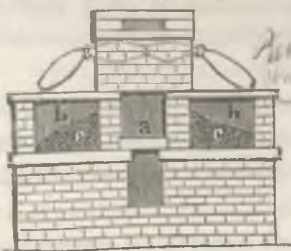
d) Életműves testeket meghalványítja, azoknak pözsgését gátolja, s ezért a selyem, szalma vagy gyapjú fehéritésére, és boros hordók kénelésére használtatik.

**B.) Kénélegsav** =  $\text{SO}_3$  = 501,2.

146) *Előjötte.* Természetben csak alyakkal vegyülve találattik, például mészéleggel a gipszben, sulyéleggel a nehéz pátban, timéleggel a timsóban, vaséleggel a vasgáliczban, rézéleggel a rézgáliczban, keseréleggel a keserű sóban, s. a. t.

147) *Előállítása.* a) Készítetik vasgáliczból azaz kénsavas vasélegből, mely előbb fölhevítés által jegöczvizének nagyobb ré-

35. rajz.



szétől megfosztatván az e célra épített kemenczén keresztül ható edénykő (Steingut) csökbé tétetik, melylyekből lepárlás által a kénsav gőzalakban kiszabadul, és a csök végeire alkalmazott köedényekben az ugynevezett gáliczolajjá (Vitriolóhl) sűrűsödik, az edénykő csökbén pedig vaséleg marad. Az ekkép készített kénsav

*nordhausi*-nak vagy *saxoniai*-nak nevezetik, ámbár jelenleg *Radnitz*-ban (Csehországban) még nagyobb mennyiségben készíttetik. Erre vonatkozólag lásd a 35. rajzban ábrázolt kemenczét, melyben *a*-nál a tüzelés történik, a mellette létező két *b* üreg pedig a *c*-vel jegyzett vasgálicz előleges kiszáritására használtatik.

*b*) Sokkal nagyobb mennyiségben készíttetik kéneccsavból, mely tágas és ólom lemezekkel béllett kamrákban légeccsavval, vizgőzzel és körléggel érintkezésbe hozatván kénsavvá változik. E célra a 36-dik rajzban elötüntetett ólom kamra *a* és *b* kemenczék-

36. rajz.



kel használtatik; az elsőbe vizet tartalmazó sisakos katlan van be-falazva, a másodikban pedig egy öntött vasedény lábokon áll, és kénsavval kevert salitromot foglal magában. Forrásba hozatván a viz *a* kemenczében, *b*-ben pedig a vasedény alatt kellő mennyiségű kén meggyujtatván egyszerre nemcsak vizgőz és kéneccsav, hanem a vasedénybeni keverékből légeccsav is fejlődik ki. Ezen termények az ólom kamrában egymással elegyedvén a kénsavat következendő vegyfolyamat által képezik. Kéneccsav t. i. légeccsavval és kevés vizgőzzel legelőször is fehérszínű jegőczösödött vegyületbe lép, mely több víz gőz hozzájárultával azonnal kénsavra és legélegre szétbomlik. Ez megtörténvén légéleg elvesztett élenyét a kamrában létező földközi légből pótolván ismét légeccsavvá alakul, és a vele érintkező kéneccsavnak illető részit a mondott folyamat utján ujonnan kénsavvá változtatja, s működését mindaddig folytatja, míg az ólom kamrába vezetett kéneccsavat ugyanazon kamrában létező körleg élenyének rovására egészen kénsavvá át nem változtatta; mi hogy annál hamarább, és tökéletesben megtörténjék, a kamra függélyes *d*, *e*, *f*, közfalak által több részekre úgy osztályoztatik, hogy a nevezett gőzök átvonulhatása végett fölváltva majd a padlozatnál, majd a földözetnél elegendő nyílás maradjon. A kör-légből fönnmaradott légeny és légéleg a kamrából *g* csőven bocsátatik ki, és uj körléggel pótoltatik. A származott kénsav pedig viz-párákkal egyesülvén a kamra padlójára föleresztett állapotban leszáll,



honnét lecsapoltatván a fölösleges víztől előbb ólom, azután éreny kazányokban eszközlött elpárolgás által megszabadittatik. Mivel ezen készitési mód az angolok által találtatott föl, az általa nyert sav *angol kénsavnak* mondatik.

148) *Tulajdonai.* a) A nordhausi kénsav barnaszínű olaj-nemű folyadék, mely fehér gőzt ereget magából, fajsulya 1,9; összetétele  $= \text{SO}_3 + \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . Már 0°C fok alatt megfagy, ha pedig görebben fölhevítettik, a vízmentes része száraz üveg edénybe vezetettvén gyertyánkő nemű jegődzésű fehér és puha viasz gyanánt összenyomható savat  $= \text{SO}_3$  ad, mely szabad légben a magához vont víz által szétfolyik; a görebben maradt rész  $= \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  az angol kénsavval tökéletesen egy tulajdonú.

b) Bármely módosítású kénsav a vízhez nagy rokonsággal viseltetik, s azzal elegyítettvén a forrponton fölül is megmelegsik.

c) Életműves testeket megszenesíti; mert azokból az élenyt, és könenyt kivonja, s vízzé alakítja.

d) Tömény állapotban fémekkel többnyire igen könnyen egyesül, s némellyekkel, például égetett mészszel, sulyfölddel vagy keserfölddel izzási tűneménnyel.

e) Fémekre kétfélekép hat, némellyeket, például higanyt, rezet tömény állapotjában tulajdon rovására élenyesíti, és élegeiket kénéleccsav kifejlés mellett földolja. Másokat, például vasat, horganyt vízzel elegyítve old föl; mert ezek víz rovására élenyülnek, és azután élegeik köneny kiszabadulásával a kénsavval egyesülnek.

149) *Használata.* A kénsav igen kiterjedt használatú vegytermény, mert legtöbb más nemű savak csak ennek hathatós működése által választatnak ki vegyületeikből. A műiparnak igen sokféle ágaiban, például a fesztészetben, czukor és bőr készítésben, halvány általi fehéritésben sat. annyira használtatik, hogy valamely ország műipari állapotját magából az elhasznált kénsav mennyiségéből megítélhetni.

## II. §.

### *Kén és köneny.*

150) *Előjötte.* Ezen két anyag' egymással vegyülete *kénkénsavat*  $= \text{SH}_2 = 213,5$  nemz, mely a kénes vizekben ta-

láltatik, és a kén tartalmú életműves anyagok' rothadása által, például az árnyékszékek csatornáiban, és némelly mocsárookban fejlődik ki.

151) *Előállítás.* Legtisztábban nyerhető a könhalvagsavnak dárdkénegrei hatása által. Ugyanis:

Dárdkéneg	{ kén.....	} könkénegsav
	{ dárdany.....	
Könhalvagsav	{ köneny.....	} dárdhalvag.
	{ halvány...	

152) *Tulajdonai.* a) Színtelen, záptojás szagú lég, mely 17-szeri sűrítés által igen folyó testté válik; fajsúlya 1,2.

b) Meggyújtatván kénélecssavvá és vízzé kék lánggal ég, tisztán beleheltetvén ájulást okoz; körlégben, melynek  $\frac{1}{1500}$ -ad részét ezen lég teszi, a szárnyas állatok már elvesznek.

c) Egy térfogatú vízzel 3 térfogatú könkéneg egyesül, s a lakmusz papírt gyengén megvörösíti; a kénes vizekben sokkal kevesebb mennyiségben vagyon.

d) Olly savak által, melyek élenyüket csekély rokonsággal tartják, például légsav által fölbontatik; mert könenye annak élenyével vízzé egyesül, a kén pedig lecsapatik. Hasonló oknál fogva a halvány által is fölbomlik, és ad könhalvagsavat, és ként.

e) Némelly fémek által, például réz és ezüst által is fölbontatik, mialatt fémkéneg származik, köneny pedig szabaddá lesz. — Ha fémélegekkel érintkezik, mind ezek, mind maga a könkénegsav fémkéneg és víz képződéssel szétbontatnak.

f) Végtére a könkénegsav kénecsekkal, azaz kénalyakkal éppen úgy egyesül, valamint az élenyes savak élegekkel vagy élecsekkal vegyülni szoktak.

153) *Használata.* a) Minthogy a fémélegeket fölbontja, és azokkal különféle színű fémkénegeket képez, igen alkalmas szer a fémélegeknek valamely folyadékban kikémlésére. Így a borban föloldatott óloméleg, melyet némelly elvetemedettek a bor savanyúságának palástolása végett használni szoktak, ez által *Hannemann* kitalálása szerint igen könnyen föllelhető.

b) Az állati test' külsejére gyakorlott jótékony hatása miatt némelly betegségekben jó sükerrel fürdő gyanánt használtatik.

*Jegyzék.* Ha valamely vas vagy edénykő csőben izzósított szénrétegen kén-gőz kellő vigyázattal vezetetik, egy emlékezetre méltó vegyület áll elő, melynek neve *szénkéneq* =  $CS_2$ . Ez tiszta állapotban egy színnélküli igen illó, s kellemetlen szagu folyadék; fajsulya 1,2; vízzel nem elegyedik; a többi tulajdonságin kívül nevezetes az, hogy eddig a mesterségesen létre hozott hidegnek legalsóbb fokán sem fagyasztathatott meg; minckokáért a nagy hideg' kémzésére alkalmazandó hőmérőkben borszesz helyett igen czélszerűen használható, főkép ha előbb  $\frac{1}{2000}$ -nyi iblanynyal rózsaszínűvé festetik. (Erről bővebben lásd *Graham's Lehrbuch der Chemie*, 163. lap).

## X. Czikk.

R e t e n y = Se = 494,6.

154) Ezen anyag 1817-ben *Berzelius* által a vízzel föleresz-tett kénsav üledékében földöztetett föl; találtatik kénben és kénve-gyületeiben. Por alakban téгла-vörös színű; a víz forrpontján alul már megolvad, meghülvén fémlényű, ólom színű testté merevül, melynek vékony lemezzel vörös színnel áttetszők; fajsulya 4,3; fölhevítettvén mint a kén elpárolog; meggyujtatván retekbüzt ereszt, s azért kapta *reteny* nevét. Minden vegyületeiben a kénhez igen hasonlít, és mind élenynyel, mind könenynyel a kénsavaknak megfelelő savakat nemz; fémekkel pedig fémretegeket alakít. Még azon különös tulajdonsággal is bir, hogy kénélegsavban élenyülés nélkül föloldatik.

## XI. Czikk.

V i l a n y = P = 196,1.

155) *Előjötte.* Már 1669-ben *Brand* által földöztetett föl, készí-tési módja utóbb *Kunkel* által tétetett köztudomásuvá. Tisztán sohasem, hanem más anyagokkal vegyülve találtatik az állatok ned-veiben, csontjaiban és némelly ásványokban mint vilsav.

156) *Előállítás.* Készítetik fehérré égetett csontokból el-választott vilsav fölbontása által. Tudniillik az említett csontokra, miután finom porrá törettek, 15 viz mennyiséggel föleresztett kén-sav töltetik. Minthogy a csontoknak egy része vilsavas mészélegből áll, annak mészélege részint kénsavval föloldhatlan gipszet, részint a kiszabadult vilsavval ketted vilsavas mészéleget képez, mely a

37. rajz.



vizben fölolvadván az előbbtől megszűrés által könnyen elválasztatik. Miután ez lepárolgás által szörp sűrűségűvé tétetett, finom porrá tört szénnel bőven elegyítettven jól kiszárítottatik; azután ujonnanösszetörtven egy léghuzó kemenczébe helyezett *a* köögörebbe (37. rajz), melynek nyílása egy tág *b* cső által a víz színe alatt van, több ideig fehér izzási hőségben tartatik. Ezen műfolyam alatt következő vegyfolyamat történik:

		vilany
Vilsav	{ vilany.....	
	{ éleny.....	könvilacs
Faszén	{ köneny.....	szénéleg.
	{ széneny.....	

Az ekkép kiszabadított vilany csöpökkint a víz fenekére szállván szilárd testté lesz, a könvilacs pedig *c* csőn küllégre jutván meggyulad és a szénéleggel együtt elillan. Végteére a nyert vilany meleg víz alatt megolvasztatik, és nádszál vastagságnyi formákba öntetik.

157) *Tulajdonai.* *a)* Sárgásfehér, általtetsző, viaszkeménységű test, fajsulya 1,7. 42° C hőmérsékben folyó, élenymentes térben hevítettven 288° C fok alatt forr, és szintelen gőzzé változik.

*b)* Fagyponon egy két fokkal fölül földköri légben már füstölög, mérsék növekedtével sötétben világít, és ezen tulajdonától nyerte vilany nevét; minekelötte 60° C fokot elérné, lánggra lobban, és nagy fénynyel ég; a mi különben vilanydaraboknak pamutba takarása vagy szénporral behintése által is, főkép ha az öt környező lég szivattyú által megritkítottatik, történni szokott. Ezen könnyű gyulékonyasága miatt csak víz alatt szokott tartatni.

*c)* Égvényben vagy olajokban kisebb nagyobb mennyiségben föloldatik és ezeknek gőzét a szabad lég' érintésében világítóvá teszi.

158) *Használata.* *a)* Az élenyhezi nagy rokonsága miatt élenykémlő szer gyanánt is alkalmaztatik.



b) Gyulékonyságánál fogva pedig a dörzsgyufák és dörzsgyutaplók készítésére használtatik.

159) *Vegyületei.* a) Éleny nyel több arányban egyesülvén *viléleget* =  $\text{PO}$ ; *vilaléleccsavat* =  $\text{P}_2\text{O}$ , *viléleccsavat* =  $\text{P}_2\text{O}_3$ , és *vilélegsavat* =  $\text{P}_2\text{O}_5$  nemz; ezek közül az utolsó legnevezetesebb.

b) Köneny nyel *könvilacsot* =  $\text{PH}_3$  ad.

c) Fémekkel fémvilagokat képez.

## I. §.

*Vilélegsav* =  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

160) *Előjötte és előállítása.* Mint már említők találtatik az állatok csontjaiban mészéleggel vegyülve. Tiszta állapotban nyerhetni ezt, ha egy kis csészébe tett vilany üvegtáblára helyezett üvegharang alatt meggyujtatik; az égés közben képzett vilsav, mind az üvegtáblát, mind az üvegharang oldalait hóalakban beledi.

161) *Tulajdonai.* a) A vilany száraz légbeni elégeése által készült vizmentes vilsav néhány perczig szabad légen hagyatván szétfoly, kevés vízzel érintetvén serczegve fölhevül, és mind a két esetben vizegygyé lesz; íze igen savanyú.

b) Vörös izzásba hozatván megolvad, s akkor az alyakhoz a kénsavnál is nagyobb rokonsággal bir.

162) *Használata.* a) Mint 156-dik szám alatt láttuk, a vilany előállítására használtatik.

b) A kémlő vegymunkálatokban olly élegeknek oldataikból kiválasztására, mellyek a vilsavval oldatlan sókat képeznek, hasznos szerül szolgál.

## II. §.

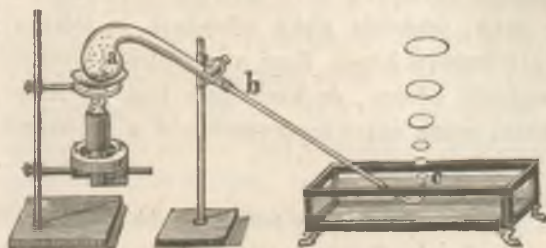
*Könvilacs* =  $\text{PH}_3$  = 429,7.

163) *Előállítása.* Ha vilany ojtott mészszel, vagy étető haggal görebben forrásig megkivántató vigyázattal fölhevítettetik, abból vilany nyal vegyült köneny sejlik ki. Tudniillik a vilany egy része viznek élenyével vegyülvén viléleccsavat nemz, melly a mészszel azonnal egyesül, a magára hagyatott köneny pedig vilanynak más részével kiszabadul.

164) *Tulajdonai.* a) Szintelen, rothadt halszagú lég, fajsúlya 1,2.

b) Magányosan az égő testet eloltja, de földköri lég érintésekor azonnal pattanással meggyulad, és vizgőzön kívül vilsavból álló, és fölfelé szálló karikákat alakít. (Lásd a 38-dik rajzot).

38. rajz.



c) Ezen légbuborékai élenynyel töltött légfoglalóba eresztetvén, sokkal élesebb pattanással, és erősebb fénynyel égnek el, mint a légkörben.

d) Ha több ideig tartatik, gyulékonyosságát elveszti, de igen keskély mennyiségű légéleccsav' hozzájárultával azt ismét visszanyeri.

## XII. Czikk.

K o v a n y = Si = 277,3.

165) *Előjötte.* Kovany élenyült állapotban mint kovaföld annyira elvagyon terjedve, hogy éleny után földünk' legnagyobb részét teszi.

166) *Előállítása.* Tiszta állapotban 1814-ben *Berzelius* által készített ismételtes. Nyerhető, ha kovfolagsavban hamany meggyuláig fölhevítették; mert az által következő vegyfolyamat történik:

Kovfolagsav	{ kovany.....	} hamfolag.
	{ folany.....	
Hamany.....		

Az ekkép képződött hamfolag és kovany együtt sötétbarna keveréket tesznek, melyből hideg víz által a hamfolag elválasztatván, a kovany magányosan marad.

167) *Tulajdonai.* a) Minden szag és íz nélküli sötétbarna por.

b) Szabad légben fölhevítettén meggyul, és égésének eredménye kovaföld vagyis *kovélegsav*. Zárt edényben a legnagyobb hőséget is kiállja, de valamennyire összehúzódik, és többé még az élenylégben sem ég el.

c) Halványban vagy kénegőzben megmelegítettén szinte elég; az elsővel kovhalvag nevű igen illó folyadékot, a másikkal kovkéneg nevű, fehér föld alakú állományt, a folanynyal pedig lég nemű kovfolagsavat képez. Ezen vegyületek a vizet fölbontják s belőlük megfelelő könsav, és kovélegsav lesz. — A kovany vegyületei közül reánk nézve legnevezetesebb a *kovélegsav* =  $\text{SiO}_3$  = 577,5.

168) *Előjötte.* Sok ásvány testek kisebb nagyobb tisztaságú kovélegsavból állanak. Csaknem tökéletes tisztaságú kovélegsav a hegyjegőcz, varla; kevesebbé tiszta az amethist, tüzkő, chalcedon carneol, achat, opal sat.

169) *Előállítása.* A kovélegsav művészetileg a folyó homokból is, mellynek létrészét teszi, kiválasztható, ha az hamuzsirrall tűzben egygyé olvasztatik, és ezen terményre vízzel hígított könhaltvagsav öntetik. A nyert oldat átszüretvén és szárazra elpárologtatván maga után hágy hamuzsirról és kovélegsavból álló testet; mellyből, ha előbb tömény-könhaltvagsavval megnedvesítettik, és két óra mulva forró vízzel fölöntetik, csak a képzett hamhaltvag választatik el, a maradék pedig jól kiédesítettén lesz a tiszta kovélegsav finom részekre oszolva.

170) *Tulajdonai.* a) Az ekkép nyert kovélegsav íz és szag nélküli, fogak alatt serczegő fehér por, fajsulya 2,6.

b) A durranó lég által gerjesztett hőségben szintelen állátszó üveggé olvad.

c) Ha a hamuzsirtól könhaltvagsav vagy kénsav által választatik el, mint az imént leirt előállításában mondatott, víztől legkevesebbé sem oldatik föl; ha pedig kovhaltvag, kovkéneg, vagy kovfolag viz általi fölbontásából ered, kocsonya-alakú, és a tisztán vízben is föloldható. Egyéb iránt ha a föloldhatlan kovélegsav hamuzsir vagy sziksó oldatában több ideig főzetik, ismét fölolvad és pedig nem a hamuzsirban, vagy sziksóban, hanem a vízben, mert

valamely savnak ezen oldatba tétele által a kovélegsav többé le nem csapódik. Csak illy vízben fölolvadt kovélegsav által képződhetnek a természetben előkerülő szép és gyakran tetemes nagyságú hegy-jégöcsek.

d) A vízben fölolvadt kovélegsav sem savanyú, sem a lakmusz papírt nem vörösíti, tehát közönséges hőmérsékben igen gyenge sav, de a hőség magas foka alatt, hol más savak gőz vagy lég alakban elillanak, nagyon erős hatású, és tűzálló alyakkal vegyületeket képez, melyek különféle színű és nemű üvegekben, és üvegesedett ásványokban láthatók. Ha 3 rész kovélegsav (fövény) 2 rész közönséges hamuzzsirrall vagy sziksóval összeolvasztatik, termékén lészen a *Fuchs*-tól föltalált, vízben fölolvadó üveg.

e) Semmiféle savval, a kőfolsagsavat kivén, nem vegyül.

171) *Használata.* Kovélegsav használata sokféle, és hasznai megbecsülhetlenek.

a) A mezei gazdaságban; mert a többi földnemekkel bizonyos arányban elegyedve azokat porhanyóssá teszi.

b) Az építészetben; mert ojtott mészszel kevertetvén olly ragaszt ad, melly idővel kőkeménységű lesz.

c) Az iparművészetben; mivel ennek hozzájárultával készíttetik az üveg, porcellán, cserép edény, téglá sat.

### XIII. Czikk.

B ó r a n y = B = 136, 2.

172) *Előjötte és előállítása.* Csak élenynyel egyesülve találattatik a bórélegsavban, melly szikéleggel az ugynevezett boris sőt (borax) képzi, s némelly meleg forrásokban, például *Toscana* környékén szabadon jön elő. Ha a bórélegsav hamanynyal fölhevítettetik, a termékén lesz haméleg, a válmány pedig bórany, melly 1807-ben *Davy* által, 1808-ban *Gay Lussac* és *Thenard* által különböző utakon fődöztetett föl.

173) *Tulajdonai.* a) Zöldes barna, iz és szagnélküli por, hasonlít a szénhez vagy kovanyhoz.

b) Levegőben fölhevítettetvén szikrázva bórélegsavvá ég; valamint kéngőzzel és halvannyal is fénykifejtéssel vegyül. Vegyületei



közül legnevezetesebb a bórélegsav. Ez gyenge sav, a szénsavnál valamivel erősebb, de nagy hőségben a röplékeny savakat vegyületeiből kihajtja, és könnyen olvadó terményeket nemz. — Bor-szeszben föloldva annak lángját szép zöld színűvé teszi.

## XIV. Czikk.

### F é m e k á t a l á n o s a n.

174) *Előjöttek.* A fémek sajátnemű fényüktől így nevezett alapanyagok, *színállapotban* azaz tökéletes tisztaságban ritkán találhatók, közönségesen élenynyel mint *élegek*; kénnel mint *kénegek*; sónemzőkkel vagy élenyülve a savakkal mint *sók*; végtére egymással egyesülve mint *ötvények* fordulnak elő. Azon ásványok, melyekből nyeretnek, *érczeknek* mondatnak.

175) *Előállításuk.* a) Színállapotban leginkább az arany, éreny, ezüst szokott előkerülni, némellykor tetemes tömegű darabokban, többnyire pedig igen picziny részecskékben különféle föld és körészekkel keveredve. Ezeknek a velök keveredett anyagoktól megtisztítása, miután az őket foglaló kövek zuzó malmok által finom porrá törtettek, kimosás által történik, mi által a földrészek, mint fajlagilag könnyebb anyagok a víztől elmozdítatnak.

b) A fémélegekből leélenyítés által állíttatnak elő; mi esz-közölhető, ha olvadásuk' elősegítése végett némelly *folyatokkal*, ugymint folykovacsalsal, varlával, mészkövel kevertetvén izzó szén rétegek közt olvasztatnak. E munkálatban a szén nemcsak mint tüzelő szolgál, hanem szénenyének és könnyének tulajdonánál fogva mint hathatós leélenyítő szer is működik. A földrészek hozzájuk tett folyatokkal együtt *salakot* képeznek, a színtett fém pedig fölolvadt állapotban a salak alatt összegyül. Mi a kéneges érczeket illeti, azok előbb pirítás által élegekké változtatnak, és azután a mondottak szerint színesíttetnek.

c) A sóalakban létező fémek színesíthetők, ha oldataikba a savhoz vagy sónemzőhez nagyobb rokonsággal vonzó fém tétetik. Így például ha kénsavas rézélegbe vas helyheztetik, az rézéleg rovasára élenyülvén a kénsavval egyesül, a réz pedig maga tisztaságában előáll; valamint ezen mód Beszterczebányán az urak völgyében, és Szomolnokon gyakoroltatik.

d) Ha a fémötvényben kevés értékű fémmel nagyobb becsű fém létezik, az ötvény szabad lég hozzájárultával mindaddig nagy hőség alatt tartatik, míg nem a csekély értékű fém élenyülvén elillan, vagy salakká válik. Ha pedig az ötvényben foglalt fémek nagyobb értékűek: vagy olyan oldószer alkalmaztatik, mely csak az egyik fémre képes föloldani, például aranyra ezüsttől elválasztására a légsav (választó víz); vagy előbb az egész ötvény föloldatik, és az oldatból czélszerű kémlőszerek által mindegyik fém magányosan csapatik le és színesítetik.

176) *Tulajdonaik.* a) Azon tulajdonokon kívül, melyek a nem fémektől megkülönböztetésük végett már 51-dik szám alatt említettek, különös figyelmet érdemel a fémek fajsúlya. Erre nézve *könnyű és nehéz fémekre* osztatnak. Az elsőkhöz tartoznak az ugynevezett égvény, és földnemző fémek (lásd az alapanyagok tábláját (50) melyek közül némelyek, például a hamany és szikeny víznél is könnyebbek, a legnehezebbek fajsúlya legfőlebb = 5. A többi fémek nehéz fémekhez soroztatnak, melyek közt a nehény legnagyobb fajsúlyú = 22, 6, utánna az éreny = 21, arany = 19.

b) Némely fémek közönséges hévmérsékben kalapálással, vagy bármely módon reájok gyakorlott nyomás avagy vonás által *nyújthatók*; ilyenek az éreny, arany, ezüst, réz, megmerevült hígany, ón, ólom, vas, pallany, kadany, alany, melyek ezen megbecsülhetlen tulajdonuknál fogva vékony lemezekké, és huzalokká alakíttathatnak. *Wollaston* arányból  $\frac{1}{5000}$  ujnyi, és érenyből  $\frac{1}{50000}$  ujnyi átnérőjű huzalt készített. A horgany csak 300°—400° C közötti hévmérsékben nyújtható. A többi fémek *töredékenyek*, s némelyek annyira, hogy mozsárban porrá törethetnek.

c) Halmaz állapotjukra nézve közönséges hévmérsékben a fémek, higanyt kivéven, szilárd testek, de kisebb nagyobb hőségben megolvashatók. Higany már —39° C alatt olvadni kezd; hamany, szikeny a víz forrpontján jóval is alantabbi hévmérsékben; ón, ólom, horgany, dárdany, kenény az izzás előtt; ezüst, réz, arany, vas a fehér izzás alatt; s többen, mint például éreny és nehény csak durranó lég lángjában olvadnak meg. Egynehány, névszerint a hamany, szikeny, vas, és éreny minekelőtte olvadásának, meglágyulnak, és mint olyanoknak elkülönzött darabjaik nyomás vagy kalapálás által könnyen egyesíthetők, mi a vasnak

használatát különösen emeli. A fémek közül némellyek megolvadási hőpontjokat jóval is meghaladó hőségben gőzzé változnak, s ezen tulajdonuknál fogva lepárolgathatnak: például higany, horgany s még néhány, mit bizonyosan a többivel is tehetnök, ha a megkívántató hőség eszközzése tehetségünket fölül nem mulná. — A megolvasztott fémek ellenben hűtés által megmerevednek, és akkor tömegük többnyire jegőzcsődött szerkezetű lesz, mint ezt a horganyban, dárdanyban, kenenyben és mérenyben láthatni. Még jobban kitűnik a véghez ment jegőzcsődés, ha a fém fölületét képző réteg valamely sav által leéttetik: például ha egy ónnal bevont vaslemeznek külön részein az ón izzó kalapács érintése által olvadásig megmelegítetik, s azután a lemez föllete higított kén-savban leoldatik; i. i. ezen sav a jegőzcsődött fémtömeg minden részeire egyenlő hatást nem gyakorolhatván, annak szerkezetét láthatóvá teszi.

177) *Vegyületeik.* a) A fémek vegyülnek élenynyel vagy a légkörben, vagy valamely élenyt tartó folyadékban, és az által fényüket elveszítik. A légkörben némellyek már a közönséges hőmérsék alatt, például hamany, szikeny, vas, horgany, réz élenyülnek; mások mint arany, éreny, ezüst a közönséges tűz hőségében sem; és innét az előbbieket *nemtelen*, az utóbbiak *nemes fémeknek* mondatnak. Némelly fémek a légkörben idővel egészen átélenyülnek, mások például a réz, ólom csak fölületeken vékony élenyedett hártáival vonatnak be, melly az utóbbi élenyülést gátolja. Olly folyadékokban, mellyeknek alkatrésze éleny, a fémek nagyobb részint vagy közvetlen vagy közvetve élenyülnek. Így a hamany vizre tétetvén annak élenyével olly hevesen vegyül, hogy a kiszabadult könenyt is meggyujtja, s élenyülése folyta alatt lánggal ég; ugyanez történik a szikenynyel is, ha 80°C fokig melegített vizre tétetik. Ezeken kívül vizben vagy olajban még több fém is, bátor lassan haladó vegyfolyamattal élenyül, a nemes fémek azonban változatlanul maradnak; mindazonáltal a vízzel egyesült savakban, de főkép a légsavban legtöbb fémek igen könnyen élenyíthetők. Az élenyülés által némelly fémek égvényeket, vagy égvényföldeket, mások tulajdonképi földeket vagy általában élegeket nemzenek (65); a három első termény aly jellemű; az élegek közül pedig némellyek aly, mások sav jellemmel birnak (61. 64.) —



Bármely uton és módon élenyült fémeket *leélenyítés* által ismét *színesíthetni*. Ennek eszközlésére a nemes fémek élegeinél, már maga az izzásig növekedő fölhevítés elegendő; de a nemtelen fémek élegeinek színesítése közönségesen csak szézeny és könny leélenyítő hatása által létesíttetik (82. e.) (105. d.). Végtere a valamely savval egyesült féméleg többnyire minden, az élenyhez nagyobb rokonságú fém hozzájárulta által színesíthető; mi ha lassú működésű vegyfolyamat által eszközöltetik, a színesített fémrészecskék részarányos és sokszor a fákhoz vagy bokrokhoz hasonló idomokba rakodnak, s nem kevesbé mulattató mint tanulságos tüneményt adnak. Illy fémfáknak képződését tapasztalhatni, ha eczetsavas óloméleg' (ólomczukor) telített, és körülbelöl 20 annyi eső vagy lepárolt vízzel feleresztett oldatába sárgaréz-huzal által horgany-darab akasztatik, néhány óra lefolyása után készen lesz a legtisztább fémfényű, és ágaival lefelé nyuló *ólomfa*. Vagy ha a légsavas ezüstéleg szintén föleresztett, és egy fekmentes üvegtáblán' vékony réteget képző oldatába egy darab réz vagy horgany tétetik, nem sokára az oldattal nedvesített üvegtábla fölületét az ugynevezett *ezüstfa*' csinosan képzett fényes ezüst ágai fogják belepni. sat.

b) A fémek élenyen kívül más nemfémekkel is képeznek vegyületeket, mellyek közül legnevezetesebbek a kénénynyeli és halványnyali vegyületeik. Ezek mind száraz mind nedves úton képződhetnek nem különben mint az élegek, és 1 vegysúlynyi fémmel egyesült kéneny vagy halvány' mennyiségéhez képest többfélék lehetnek. A nemes fémek kénégei és halvagai csupa hevítés által is színesíthetők; de a nemtelenek kénégei vagy előbb pirítás által élegekké változtatnak, s azután mint ilyenek színesíttetnek, vagy a kénhez nagyobb rokonsággal bíró fém' hozzájuk tétele által a' kéntől hőség segélyével választatnak el; a nemtelen fémek halvagai pedig halványtól vagy más fém, vagy könny által szabadulhatnak meg.

c) Nagyobb része a fémeknek egymással többnyire határozatlan arányban *ötvényekké* összeolvaszthatók. Ezek közönségesen egyes alkatrészeiknél keményebbek, és rugonyosabbak, mint azt az ezüsttel összeolvasztott aranyban; rézzel ötvényezett ezüstben, és ónnal vegyített rézben, nevezett szerint az ágyurézben, haranganyagban tapasztaljuk. Továbbá az ötvények könnyebb olvadási suak az őket képző egyszerű fémeknél. Így *Rose* találmánya szerint



1 rész ólom, 1 rész ón, és 2 rész keneny olly ötvényt ad, melly a víz forrpontján alul már megolvad. Végtere az ötvények szabályszerint létrészeiknél könnyebben élenyülnek, például az ón és ólom-ból eredett ötvény izzásig fölhevítettén szabad lég hozzájárultával lánggal ég.

## I. §.

### *Könnyű fémek különösen.*

#### *A.) Égvényeket nemző fémek.*

178) Ezen czim alá a *hamany* = K, *szikeny* = Na, és *lavany* = L sorozandók:

a) *Hamany* színállapotban soha, de élenyülten az ugynevezett hamuzsirban szénsavval találtatik. Előállittatik, ha szénnel kevert hamuzsir vasgörebbe a fehér izzásig hevítettik, és a haméleg fölbontása által szabaddá tett hamany' csöppei kőolajba vezettnek. Ónfehérségű, viaszpuhaságú fém, 55° C alatt már megolvad, fajsulya 0, 8. Minden testek közt legnagyobb rokonsággal bir az élenynyel, azért mind szabad légen ha megmelegítettik, mind vízen, mi alatt azt fölbontja, elég, és haméleget képez. Ezen igen nevezetes égvény jellemű termény közönségesen a növények hamujából víz által kivonatott, és étető mésszszel fölhevítettett hamuzsirról (szén-savas haméleg) nyeretik, melly a víznek elpárologatása után izzó hőségben megolvasztatván sárgaréz formákba öntelik, és *étető haméleg* vagy *étetőkő* név alatt zárt palaczkokban tartatik. Ennek tulajdonaihoz a 65. a) alattiakon kívül tartozik: α) Hogy a szabad légből magához vizet vonván hamar szétfoly. β) Mint igen erős aly a savakhoz nagy rokonsággal viseltetik; miért a természetben mindig savakkal egyesülve van. Így szénsavval, mint imént említők, hamuzsirt, légsavval pedig salitromot nemz. Ez utolsó termény az életműves testek' földszinén folyvást tartó rothadása által képlődik (96), és azonkívül, hogy a légsav előállítására használtatik, még azon tekintetből is nevezetes, miszerint a *lőpornak*, *durranópornak*, és *olvasztópornak* fő létrészt teszi. 1) A *lőpor*-nak 100 sulyni mennyiségében 75 rész salitrom, 13½ szén, és 11½ kén szokott létezni. Ezen szerek magányosan finom porrá töretvén az említett arányban összekevertetnek, és egyenletes elegyedés végett megnedvesítve hosszú ideig gyuratnak. Az ekkép nyert tészta rostán

áthajtatván szemesítettik, és vízgőztől melegített lemezeken megszárittatván, tengely körül forgatott hordóban, tulajdon surlódása által fényesítettik. A meggyújtott lőpor hatása csak annak tulajdonítandó, hogy belőle térfogatánál sokkal nagyobb térfogatú lég-nemű testek, ugymint szénsav és légeny fejlődnek ki, melyek rugalmasságuknál fogva az őket környező testekre csudálatra méltó erővel hatnak. — 2) A *durranó por* nem egyéb, mint 3 rész salitrom, 2 rész hamuzsir, és 1 rész kénből álló, s finom porrá tört keverék. Ha ezen porból egy pár késhegynyi vaskanálban izzó tűzön, vagy gyertyalángon lassanként olvadásig melegítetik, egyszerre nagy durranással meggyul. Durranását a hirtelen kifejlett lég-nemű termények okozzák. — 3) Az *olvasztó por* áll 3 rész salitromból, 1 rész kénből, és 1 rész száraz fűrészporból; ha ezen por egy edényben például kivájt dióhajban meggyújtatik, olly nagy hősséggel ég, hogy a közébe helyezett ezüst pénzt is megolvasztja.

b) *Szikeny* ónféhérségű fém, mind tulajdonaira, mind a szén-savas szikélegből előállítására nézve a hamanyhoz igen hasonló. Csak vegyülve találtatik, és pedig közönségesen halvanynyal a konyhasóban, és élenynyel a szikélegben, melly étető égvény jellemű, a haméleggel hasonló hatású, és annak készitési módján égett mész segélyével a sziksóból nyerhető; zsírral jólhabzó szappant ad. Minthogy erős aly, csak savakkal vegyülve találtatik, nevezet szerint: α) Szénsavval mint sziksó több ásványos vizekben, Bihar és Szabolcs megyék' tavaiban, és némelly tenger-melléki növények' hamujában. β) Légsavval az ugynevezett chili-salitromban, melly a légsav előállítására a közönséges salitromnál jutányosabb, de lőpor gyártásra vízessége miatt alkalmatlan. γ) Kénsavval a *Glauber*-sóban, ez sok ásványvizekben előkerül, — műszerileg konyhasóból kénsav által nagy mennyiségben készítettetik, és a szén-savas szikéleg (*szikso*) gyártására fordítottatik; egyébiránt gyógyszer gyanánt is szolgál. δ) Bórélegsavval a pórishban, melly a fémek olvasztásánál mint olvasztószer alkalmaztatik.

c) *Lavany*; minthogy ezen ritka fémnek élege petalit, spodumen, apyrit, lepidolith nevezetű, s gyéren található kövekben mint alkatrész előfordul, nevét kapta a *la* szócskától, melly honi nyelvünkön a *kő* szóval egy értelmű, mint a szikla, pála nevekből kitetszik. Lavany maga a szikenyhez; *lavag* nevű élege pedig a szikéleghez tulajdonaira nézve leginkább közelit.

**B.) Égvényes földeket nemző fémek.**

179) Ide tartozik a *mészeny* = Ca, *sulyany* = Ba, *pirany* = Sr, és *kesreny* = Mg.

a) *Mészeny* ezüst fehérségű fém, légben és vízben könnyen élenyül. Előállítatik mészből, ha erre izzó állapotban hamany' gőze vezettetik, mi által a hamany mész rovására élenyül, mészeny pedig szabadon marad. Élege t. i. a mészéleg (égett mész) égvény jellemu (65, b), fajsulya = 2,3; egy harmadát meg nem haladó vízzel lassankint nedvesítettven vizegygyé válik, és szétporlik, nagyobb mennyiségű vízzel az ugynevezett *oltott meszet* teszi, mellynek kevés része a vízben föloldva *mészvizet* képi. A mész nem csak építészetben, hanem festészetben, szappany, bőr, papir pargamen gyártásban is nagyon kiterjedt használatú anyag. Égvényes jelleménél fogva savakkal igen könnyen vegyül, nevezet szerint α) Szénsavval egyesülve földünk tömegének tetemes részét mint mészföld, mészkő, márvány alkotja, némellykor jegőczösödött állapotban is találtatik, például az islandiai jegőcz. Ezekből, de főkép a fehérmárványból a tiszta mészföld akkép álltítható elő, ha belőlük tovább tartó izzás által a szénsav és víz eltávolíttatik. Illy módon történik a közéletben gyakorolt mészégetés is. β) Kénsavval az ugynevezett alabastromot és gipszet adja; ez utolsó sokszor hatalmas rétegekben előkerül, és minthogy kiégetése után vízzel kezeltetvén hamar megkeménykedik, ragaszok', minták' képszobrok' készítésére használtatik, természeti állapotjában pedig, illető környülmények közt, még a szántóföldek javítására is sikerrel alkalmaztatik.

b) *Sulyany* a mészenyhez tulajdonaira nézve hasonló fém nevét a *sulyföldtől* nyerte; minthogy az nem egyéb, mint ennek élege. A sulyéleg szürke fehérszinű föld, kevés mennyiségben találtatik, tisztán csak légsavas sulyélegből igen erős izzás által nyerhető. A mésztől, mellyhez, több tulajdonait illetőleg, nagyon hasonlít, abban különbözik, hogy fajsulya nagyobb, = 4; vízhez és szénsavhoz nagyobb rokonsággal viseltetik, és az állatokra méreg gyanánt hat. Természetben szénsavval előfordul a witherit nevű köben. kénsavval pedig sulypatban (Schwerspath).

c) *Pirany* a sulyanyhoz mid fém állapotjában, mind vegyületeiben nagyon hasonló, de nálánál ritkábban jő elő. Élege az ugy-



nevezett *pirföld*, mely természetben a szénsavval pirla (stroncia-nit) köben, kénsavval pedig a menyle (caelestin) köben létezik. Ha piranyból eredett sók égő anyagokkal elegyítettnek, azoknak lángja bársony piros színű lesz, mely tulajdonától nyerte a nevét. A tűz-játék készítői a pirhalvagot és légsavas piréleget leginkább szokják használni.

d) *Kesreny* ezüst fehérségű, nagyon fénylő, nyujtható fém, száraz légben szokott hőmérsék alatt fényét megtartja, de izzó hőben keseréleggé ég. Nyeretik keserhalvagból, ha az szikenynyel együtt melegítetik, mialatt képzett szikhalvagtól víz által választatik el. Élege vagyis *keserföld* igen finom, szag és íz nélküli, fehér, olvashatlan por, mely a vízben igen csekély mennyiségben oldatható. Előállítható az arúban levő fehér keserélegből, ha az abban létező víz és szénsav izzás által kihajtatik; és ekkor égetett keserélegnek is nevezetetik. Savakkal egyesülve keserű ízű sókat képez, miért is fémek kesrenynek nevezetett. Találtatik α) szénsavval keserleben, tajtkőben, kigylában, és némelly ásványvizekben mint kettő szénsavas keseréleg. β) Kénsavval az ugy nevezett keserűsóban, és mint ilyen néhány ásványos vizekben, mint a scheidschützi-, pilnai-ban, foglaltatik; efélékből készittetik az arúbeli fehér keseréleg, lecsapatás által, ha hozzájuk szénsavas haméleg vagy szikéleg olvadéka öntetik.

### C.) Tulajdonképi földnemző fémek.

180) E felekezet a következő fémcsoportból áll:

*timany* = Al, *édeny* = Be, *jaczany* = Zr, *pikkeny* = Y, *tereny* = Th.

a) *Timany* szürke és olvashatlan por, mely símitó aczél alatt fémfényét kitünteti, fölhevítettvén mind a szabadlégben, mind vízben timéleggé vagy *agyagföldd* élenyül. Előállittatik timhalvag-nak hamany általi fölbontása, és a képződött hamhalvagnak víz általi elválasztása által. Élenyült állapotban mint timéleg nagymennyiségben előfordul, és pedig csaknem egészen tisztán és jegőczösödve a rubin, saphir, és korund kövekben; mellyeknek keménysége a gyémántéhoz közelít. Kevesebbé tiszta vagyon közönséges agyagban, csillámban, palában, basaltban, lávában sat. Tiszta állapotban mesterséggel előállittatik, ha timsó oldatból, mellyben kénsavval,



és haméleggel létezik, könlegeg által lecsapatik, és a kocsonyaalakú csapadék izzásig melegítettik. Az ekkép nyert agyagföld fehér, izetlen, szagnélküli, sem vízben, sem az étető égvényekben föl nem olvad, a durranó lég' langjában korundhoz hasonló üveggé válik. Ha pedig a lecsapott agyagföld csak levegőn száríttatik, akkor az az étető égvényektől könnyen föloldatik, ezen állapotjában a növényi festékekhez is nagy rokonsággal viseltetik, s azokat oldataikból magához vonja. Innét van, hogy a festendő gyapot, pamut, s több eféle szövetek előbb timsó oldatba szoktak mártatni, mellytől áthatva, a festék részeket hamarább magokhoz veszik, és erősebben tartják. Minthogy az agyagföld vízzel elegyedve könnyen idomítható, s tűzben megkeményedő föld, közhasználatú anyag a téglá-, cserépedény-, köedény- és porcellán készítésben, mellyekben hogy annál nagyobb összetartási, és tömötségi tulajdonnal bírjon, bizonyos mennyiségű kovafölddel szokott kevertetni.

b) Az *édény* nevét onnét nyerte, hogy éleге savakkal édes ízű sókat képez, latinul *beryllium*-nak mondatik, mivel éleге a beryll-nek főalkatrészét teszi. — Szintugy *jáczany* a jáczint kötől; *pikkeny*, mivel készítésekor fémfényű pikkelyekben jelenik meg; *tereny* pedig, mivel éleге a tertöld, minden földnemek között legterhesebb, t. i. fajsulya = 9,402, illető nevüket nyerték. Ezen fémek igen kis mennyiségben, és csak vegyült állapotban léteznek, egyébiránt tulajdonaik és vegyületeikre nézve a timanyhoz igen hasonlítanak.

## II. §.

### *Nehéz fémek különösen.*

181) Jelen fém csoporthoz számítjuk az alapanyagok tábláján (50) tereny után következő 30 fémét. Ezeknek tulajdonait, előállításuk módját vegyületeikkel együtt már e 175—177) alatt általánosan előre bocsátván, e helyen csak az érdekesebbeknek nevezetesh vegyületeit röviden említendjük.

a) *Méreny* aczélszinű fém, 180° C fokig melegítettván foghagymaszagú gőzzé válik. Élenyült állapotban mint sav rettentő méreg, s innét vette nevét; leghathatósb ellenszere a vas élegvizegy, a mirsavas égvények' hatása pedig eczetsavas vaséleg által gátoltathatik meg. Mireny rézzel összeolvasztva a fehérréz nevű ötvényt adja.

b) *Festeny*, így neveztetik, mivel elege porcellán edények festésében igen szép zöld, smaragd színű festék gyanánt szolgál.

c) *Álany*, nevét vette az álezüsttől (Pakfong), melynek főalkatrészét a horganyon, és rézen kívül ezen fém teszi.

d) *Kékleny*; ennek elege kék színű üvegek gyártásában festékül alkalmaztatik.

e) *Cseleny*; elege az üvegeknek, és amethystnek viola szint kölcsönöz, a zöldes színű üveget pedig kellő mennyiségben véve megszinteleníti.

f) *Vas(any)*. Minden fémek leghasznosbika, háromféle módosításban készítettik, t. i. mint öntött vas, rudvas, és aczélvás. — Öntött vas nyeretik a vastartalmú érczekben létező vaséleg' leélenyítése által (175, b.), de mivel még szénnel, és más különmemű anyagokkal keveredve vagyon, töredékeny, ágyúk, kályhák, kazánok, csők, kerekek, újabb időkben még házak is öntetnek belőle. A rudvas ujonnan megolvasztott, és légnek hozzájárultával széntől, kénből sat. megtisztított öntött vashól készítettik. A jó rudvasban csak  $\frac{1}{2}\%$  szén létezik. Ez szíjjossága és nyújthatósága miatt rudakká, huzalokká, lemezekké alakítható, s kalapálás, ráspolás, esztergályozás által különféle használatú eszközökké, és erőművekké gyártható anyag. — Ha a jó tulajdonú öntött vashól a széneny csak annyira választatik el, vagy a rudvashoz szénporbani hosszas ideig tartó izzasztás által annyi széneny vegyül, hogy az a vastömegnek 0,9—1,9 század részét megüsse, a vas aczélvassá válik, mely a hirtelen meghűtés által nyert szerföltti keménysége és rugonyossága miatt késekre, rásbukra, furókra, rugókra dolgoztatik föl. Minthogy az aczél tömegének nem minden rétege bír egyenlő mennyiségű szénenynyel, a széntartóbb részei pedig valamely savtól könnyebben föloldatnak, az aczélt savakkal kezelés által sötét és világos erekkel ékesíteni, vagy mint mondani szokták, *damaszczirozni* lehet. Ha fényesre simított aczél szabad légen hevítettik, a hőség fokozatához képest élenyülni kezd, és az által sárga, viola vagy kék színűvé tétethetik. Továbbá a vas kéklenynyel a berlini kék festéket adja, élenyült állapotban vörös festékül szolgál, kénsavval vasgáliczot képez, melyből a vaséleg gubacssavval kékes fekete festékké változik, mely az irnedvnek (ténta) főalkatrészét teszi. E tulajdonánál fogva a vasgálicz többféle kelmék feketesítésére használtatik.

g) *Ón(any)*. Használtatik ételedények, orgonasípok, ón-

levelek (Stanniol) készítésére, réz vagy vas edények ónozására, hogy a lég vagy víz hatásának jobban ellentállhassanak. Kénnel vegyülve ónarany (aurum musivum vagy mosaicum) név alatt ismeretes sárga fénylő festéket képez, mely bronzirozásra, és hamis aranyozásra fordíttatik.

*h) Ólom(any).* Nagyon könnyen nyújtható fém, azért belőle lemezek és vékony ólomlevelek hengereztetnek, csők húznak sat. Ónnal keverve adja azon könnyen olvadó ötvényt (Schnelloth), mellyel a bádigosok forrasztanak. Kenenynyel és ónnal a 177. c) alatt említett *Rose* ötvényét teszi. Élegével avagy ólomtajttal (Bleiglätte, Minium) a cserép edények bevonatván ujonni égetés által üvegforma mázt kapnak, mi nem egyéb, mint ólomüveg; egyéb-iránt ezen mázolás helyben nem hagyható, mert az ólomüveg eczetes ételek által föloldható, és így azokat megmérgezhetheti. Szénsavval egyesült óloméleg ólomfehér festékül (Bleiweiss) szolgál; eczetsavval pedig a 177. a) alatt előfordult ólomczukrot adja.

*i) Horgany* nevét egyenetlen horgas törésétől nyerte, közönséges hőmérsékben merevény, de megmelegítve nyulékony, és lemezekké hengerezhető, mellyek, ha tiszta horganyból állanak, a levegőn szürke színű aléleg hárttyával bevonulnak, és ez által az utóbbi élenyüléstől mentek maradnak. Az élenyhez és savakhoz nagy rokonsága miatt többféle természettani kísérletekre alkalmaztatik.

*k) Réz(eny)* vörös színű fém, nagy nyújthatósággal és hajlékonysággal bír, azért is lemezek', kazányok, csők' és huzalok gyártására használtatik. Ónnal különböző arányban összeolvasztva adja az *ágyürezet*, *haranganyagot*; horganynyal pedig a nyújthatósága és szép színű fénye miatt annyira kedvelt *sárga rezet* alkotja. Élenyülve szénsavval a *hegyízöld* nevű festéket, és *malachit* ásványt; kénsavval a *rézgáliczot* képzi; hogy ez utolsóból a réz nedves uton is elválasztható, már 175. c) alatt mondatott.

*l) Hígany*, hígságától így neveztetvén, a fémek' nagyobb részével könnyen vegyül, s velük *foncsor* nevű ötvényt képez. Az ónfoncsor üvegtükrök bevonatát alkotja; horganyfoncsor a villámgépekben használtatik; ezüst- és arany foncsor ezüstözés és aranyozásra fordíttatik. Kénnel lepárologatván vörös híggéneget, a *czinober* név alatt ismeretes, és szép vörös színe miatt festékül használt vegyü-



letet adja. Kék savval a 124. c) alatt leirt durranó sôt képzi. Mind maga, mind vegyületei nagyon mérges hatásuak.

m) *Ezüst* (eny) igen tisztán állítható elő; ha például az ezüst pénzből, és légsavból eredett oldatból konyhasó oldata által az ezüst mint ezüsthavag lecsapatik, és a jól kimosott csapadékba könhalvasavas vízzel tiszta vas (vasszegek) tétetik; lassanként az egész ezüsthavag szinesíttetik, melly utóbb finom por alakban elválasztható, vagy ha tetszik, haméleg alatt téglyben egy darabbá olvasztható. Ezen fém minden fémek közt legfehérebb színű, igen nyujtható, és különös szíjjósággal bír, fényét mind légben mind közönséges tűzben megtartja, és a légben csak erős villámfolyam által élenyülhető. Melly tulajdonánál fogva nagy értékű. Rézzel elegyítve — nagyobb keménység végett — nemcsak pénzzé veretik, hanem ételedényekre, és különféle ékességekre szokott használtatni. Légsavban vagy forró kénsavban azoknak részletes fölbontásával fölöladatik, mellyekből réz vagy horgany által lecsapatván szép ezüst növényzetekben jelenik meg. Hogy kéksavvali vegyülete durranó természetű, már 125. c) említők; de ennél sokkal veszedelmesb az ezüstélegnek könlegeggseli vegyülete által eredett, és *Bertholet durranó ezüst-jének* nevezett fekete színű por, melly készíthető, ha a légsavas ezüstéleg föleresztett oldatából mészvíz által az ezüstéleg lecsapatik, és ez folyó könlegeggsel megnedvesíttetik; némellykor a legcsekélyebb dörzsölés vagy ütés által is rettentő csatanással, és az őt környező tárgyak szétrombolásával szétbomlik, s azért készítése, vagy nagyobb adatokbani együtt tartása igen veszedelmes. Ha a jegeczesedett légsavas ezüstéleg hőségben megolvasztatik, és vasformákban vékony rudakká öntetik, előáll a sebeszetben étetőszerű használtatni szokott barnaszínű *pokolkő*.

n) *Arany* többnyire színállapotban ezüsttel vegyülve mint ötvény találtatik; ha az arany illy ötvénynek  $\frac{1}{4}$ -dét meg nem haladja, légsavba tétetik, mellyben az ezüst fölöladtván, az arany por alakban válik ki; ha pedig az ötvényben több arany foglaltatik, akkor királyvizbe tétetik, mellyben az arany fölölad, az ezüst pedig ezüsthavag alakban leüled. Az ekkép képzett arhalvagból a tiszta arany kénsavas vasélecs által barna por alakban lecsapatatik, az ezüsthavag pedig a fölebb mondottak szerint szinesíttethetik. Mivel az élenyhez minden fémek között leggyengébb vonzalommal bír, fényét légben, vízben, savakban változatlanul



megtartja, igen nyújtható, és szíjjós, mely tulajdoninál fogva nagyobb tartósság végett, rézzel ötvényelve mint vörös arany, ezüsttel mint sárga arany magas értékű pénzre, vagy különféle szerekre, ékességekre, aranyozásokra dolgoztatik föl. Az élege, mely csak közvetve képződik könlegeggel a durranó ezüsthöz hasonló, de kevésbé veszedelmes *durranó aranyat* képez. Ha az arhalvagnak igen föleresztett oldatába ónhalvacscsal elegyített ónhalvag oldata kellő mennyiségben töltetik, azon csapadék áll elő, mely színétől *aranybársony* (Goldpurpur) név alatt ismeretes, és a mesterséges rubinok, rubinszinű üvegek, és porcellán edények festésére használtatik.

o) *Éreny* találtatik délamerikai folyók' lövényében, és Ural hegyekben többnyire kis szemcse alakban, némellykor több fontnyi darabokban pallany, rőteny, szagany, nehény, vas, és rézfémekkel egyesülve. Ezekről elválasztalik, ha királyvizbeni oldatába szalamia oldat adatik, és az ez által nyert sárga színű csapadék (éreny szalamia) gyenge izzás által, például borszesz' lángjában színesítetik. Az ekkép előállított éreny szürke színű, és taplós szövetű fém, azért is *érenytopló* névvel jelöltetik. *Döbereiner* fölfödözése szerint azon meglepő tulajdonsággal bir, hogy az éleny vagy szabad kör lég hozzájárultában reá vezetett kőnenyt meggyújtja (81,b): borszeszlámpa lángjában megtüzesítettén, annak elfújása után is a kipáralgó borszesz' gőzében folytonosan izzó állapotban marad: borszesszel érintésbe hozatván azt eczetté élenyesíti. Mivel minden vegyfolyamatokat csak érintése által eszközlí érenynek, nevezetett. Ha az érenytopló erősen összenyomatik, és azután fehér izzásig melegítettén kalapáltatik, tömött anyagú fémmé válik, melynek színe az ezüst és aczél szín közötti; nyújthatósága, és szíjjósága az aranyéhoz közelít; csak a durranó lég' lángjában olvad meg, és közvetlen, a királyvizet kivevén, semmi savtól nem oldatik föl. Ez utolsó tulajdonsága miatt vegyedények' készítésére használtatik.

---

182) Az elősorolt és nagyobb részint tárgyalt 55 alapanyagból képződnek a földünkhez tartozó testek. Hogy ezen aránylag kevés számú elemek olly szerfölötti sokaságú, és tulajdonikra nézve annyira különböző testeket képesek alkotni, részint az elemek különböző tulajdoniból, részint azoknak különböző aránybani egyesüléséből, az eddig mondottakra visszatekintve könnyű megérteni; de

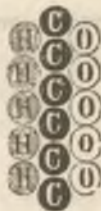
hogy ugyanazon elemek ugyanazon aránybani vegyülete által eredett *egyarányu testek (corpora isomerica)*, vagy ugyanazon elemeknek többszörözött aránybani összetéte által származott *több arányu testek (corpora polymerica)* tulajdonikra nézve különböznek, azt csak a parányaiknak vegyülés alkalmakor nyert különböző helyezéséből lehet megfejtteni. Így a cukor, keményítő és fa ugyanazon elemekből ( $C_6 H_3 O_5$ ) állanak, de ha ezeket a nevezett testekben különféleképen elhelyezve gondoljuk, például a 39-dik rajz szerint, érthetővé válik azoknak egymástoli szembeszökő különbözőése. —

39. rajz.

Cukor

Keményítő

Fa.



Az összetett életműtlen testek részeinek vegyületeikben előforduló arányok egyszerűbbek, s azért sokkal ismeretesebbek, mint az életműves testekben; mert ezeknek képződése nem egyedül a vegyrokonság működése, hanem főleg az általunk olly kevéssé ismert titekteli életerő hatása által történik. Ezen erőnek az életműves testek alkotásárai befolyása annyira szükséges, hogy azokat, például húst, vért, gyapjút, fát sat., bátor alkatrészeik mind minőségre, mind mennyiségre nézve már elegendő pontossággal meghatározvák, életerő működése nélkül életműtlen anyagokból csupán vegytani úton előállítani tehetségünket teljességgel fölülmulja. Ez oknál fogva e helyen elegendőnek tartjuk az életműves testek legtávolabbi alkatrészeit, a nélkül, hogy azoknak vegyülési arányát nyomoznók, említeni. — Az életműves testek alkatrészei, azon mellékes anyagokon kívül, mellyek elégtetetésük után a hamuban mint ham-, szik-, mész-, keser-, vasóleg és kovsav, (az előbbieket gyakran szén-, kén-, és vilsavakkal vegyülve találhatók), e következők: *éleny széneny, köneny, légenny, kéneny és vileny*. A három első csaknem minden növényosztályú életműves testekben föllelhető — vannak azonban néhányak éleny nélkül is —, némelyekben légenny is

találattik. Az állatosztályu életműves testekben a négy első mindig jelen vagyon, mellyekhez a kén és vilany gyakran csatlakozik. Mig az életműves test él, addig az előszámlált részek egyesülten maradnak, sőt a kipárolgás, lélekzés, és izzadás által elvesztettek is a czélszerű tápszerekből kipótoltatnak. De ha egyszer az életerő működése megszűnik, akkor az életműves test részei egészen a vegyrokonság hatósága alá esnek vissza; s minthogy előbb egyesülésük a vegyrokonság törvényeinek részinti mellőzésével történt, a vegyrokonság jogainak vissza léptével többé kevesebbé szétbomlaniok, és a vegyrokonság törvényei szerint uj testekké változniok, vagy legalább ezen változásra hajlandókká lenniök kell. Illyféle természeti úton történni szokott életműves testek változása *pőzsgés*-vagy *forrásnak* neveztetik, melly az itt következő fejezet tárgyát teendi.

## V. FEJEZET.

### A forrás általánosan.

183) A fönnebb mondottak nyomán a *forrás* nem egyéb, mint az életerő hatása alul fölszabadult életműves testnek bizonyos körülmények közt uj testekké átváltozása (metamorphosis). A körülmények, mellyek közt a forrás történhetik, következendők:

a) *Légkörnek a forráson átmenendő testhez szabad járulhatása*; részint, hogy ez abból a forrás folyamatára megkívántató élenyt fölvehesse; részint, hogy a forrás által nemzett légnemű terményeket magából kibocsáthassa. Ennek okáért némelly életműves testek légmentes edénybe zárva a forrástól megtartóztathatnak. Egyébiránt ha az életműves test, életének megszűnte után a szabad léggel érintkezésben volt, s alkotrészei között elegendő élenynyel bir, a forrást zárt edényben is elkezdheti, s azt bizonyos fokig folytathatja.

b) *Víz*, melly által a forrásba menendő test részei nemcsak folyó állapotuakká tételnek, hanem vegyrokonságuk is a víz fölbonthatása miatt mintegy fölingereltetik. Azon életműves testek tehát, mellyek vízzel nem elegyíthetők, mint a viasz, gyánta, rugyánta, forrási változásoknak alávetve nincsenek. — Sőt még a víztartalmuakat is ovhatni a forrástól, ha vízüktől czélirányos kiszáritás által megfosztatnak, vagy olly anyagokkal elegyítettnek, mellyek a bennök lélező vizet magukhoz nagyobb rokonsággal vonják,



mintsem hogy az a forrás eszközlésére fordíttathatnék; a mint azt az aszalt gyümölcsökben, borszeszbe helyezett állati testekben tapasztalhatni.

c) *A hérségnek 10° — 36° C közti mérséklete minden forrás nemeire legcélszerűsabb.* Fagyponton egykét fokkal fölebbi mérsékben a forrás igen lassan halad; miből kitetszik: miért célszerű némelly testeket a pinczékben, vagy jégvermekben tartani. A fagyponton alul már semmi forrásnak nincs helye, mert a víz megfagy. De nem különben a vízforrpont körüli hőmérsékben is gátoltatik a forrás; mert általa az életműves testek tulajdonikra nézve tetemesb módosítást szenvednek. Így a megfűzött must és befűzött gyümölcsök forrásra kevésbé hajlandók.

d) *Forranyag* vagy *erjanyag*, azaz forrást gerjesztő szer, például a bor- vagy sörseprő. Ez nem egyéb mint azon sárgabarna színű anyag, melly a forrásban létező folyadéknak alyára üledék gyanánt rakodik, vagy tajték alakban annak fölületére száll. Egyéb-iránt ez magából a légeny-tartalmú életműves testből, minő a *fehérnye* (*albumen vegetabile*), *csirnye* (*Kleber*), *növény-enye*, *állat-enye*, *vér* sat. a lég' hatása által képződik. A forranyag igen nagy forrási hajlandósággal bír, és az által a vele érintkező más életműves testek' bár nálánál sokkal nagyobb mennyiségét is forrásra ingerli; innét van, hogy ha a forrásban létező anyagnak csekély mennyisége is a forrást el nem kezdett anyaggal elegyítették, az kedvező környülmények közt amazt is forrásba hozza. Ellenben ha a forrásra különben alkalmas anyagban semmi forranyag nem létezik, s nem is képződhetik, például tiszta czukorban vagy borszeszben, akkor azok forrásba nem jönnek, sőt még más testek' forrását is valamennyire gátolják; valamint ezt a czukorral befűzött gyümölcsökben, borszeszben tartott állati testekben látjuk. Végtére a forrásra bármelly hajlandó anyagokat is eltarthatni, ha azok súnemzőkkel, például halvanynyal, vagy ez által képzett sókkal, ugymint szikhalvaggal (konyhasó), highalvaggal; vagy némelly savakkal, például eczetsav, fasav, mirélegsavval elegyíttetnek, mert ezeknek hatása által a forranyag természete megváltoztatik. Ebből érthető, miért vagyunk képesek a besózott, és megfűstölt husokat hosszabb ideig is épen tarthatni.

*Jegyzék.* Lüdersdorf a berlini természetvizsgálók 18. Nov. 1845 tartott gyűlésében nyilvánítá, miként ha a forranyag (Hefe) golócskái, melyekből



áll, egy kölapon összezuzatnak, minden forrást gerjesztő tulajdonukat elvesztik. Ebből kitetszik, hogy a forranyag golócskái valóságos életműves testek, mellyek csak tengzési (vegetatio) működésük által hatnak a forrásra alkalmas anyagra. (*Wiener Zeitung. 1845. 13. Dec.*)

184) Azon terményekre nézve, mellyek a forrás által képződnek, közönségesen háromféle forrás különböztetik meg, úgy-mint: *borforrás*, *eczetforrás*, és *rothadás*; mert az elsőnek főterménye borszesz, a második által eczetsav terem; a harmadik által pedig az életműves testek nagyobbrészt kellemetlen büzü lég-nemű vegyületekké válnak.

## I. Cikk.

### A b o r - f o r r á s.

185) A *borforrás* azon vegyfolyamat, mellynek terményei: *seprő*, *szénsav*, *borszesz*, és némelly esetekben *illó olaj*. Ezen vegyfolyamon csak a czukrottartó életműves anyagok az imént elősorolt kedvező környülmények között mehetnek által. Illyenek például a vízzel föleresztett czukor vagy méz, szőlőből vagy gyümölcsből kisajtolt édes nedv, valamint azon émelgős édességű lé is, melly árpának, vagy bármelly gabonaféle szemeknek szaladdá (Malz) tétele, és ennek 70° — 80° C fokig melegített vízzeli kezelése által nyeretik.

186) A borforrás' tünetményei következők:

a) Ha a folyadékban, például szőlőmustban, légeny-tartalmú életműves test: fehérye, növényenyv sat. létezik, ez 10° — 18° C hőmérsék alatt a légkörből magához vett élenynyel részint forranyaggá változván a folyadékot zavarossá teszi. A folyadékban ekkép képzett vagy előbb beletettforranyag' élenyülési hajlandósága által, a levegőnek további érintése nélkül is, a még jelenlétező fehérye vagy növényenyvet is a czukoranyag' rovására élenyülésre bírja. Ezen vegyfolyamnak eredménye: 1) az élenyült fehéryéből ujonnan képzett *seprő*, melly a folyadékot még zavarosabbá, és a működő vegyfolyam következtében érezhetőleg langyossá teszi, azt egyszersmind élénk mozgásba hozván. 2) A képzett *seprő* további élenyülése által kifejlett *szénsav*, melly a folyadéktól egy részint elnyeletvén, annak kellemes csipős ízt kölcsönöz,

más részint számtalan apró buborékokban a folyadék fölületére száll, ahol a vele összetapadt seprő részecskékkal együtt vagy tajték alakban (fölseprő) jelenik meg, vagy a buborékokból kibontakozván a körléggel keveredik, és sokszor a pinczéket megtöltvén az azokbani menetetelt veszedelmezteti. 3) A fölbontott czukoranyag' részei elemyüknek tetemes részétől megfosztatván új vegyületekbe lépnek, és a *borszesz* (lang) nevű részegítő anyagot képzik, mely a folyadékban elegyedve marad. 4) Ha a mustban az ugynevezett borkő-sav létezik, ennek befolyása által forrás lefolytában egy illékony, többnyire kellemes szagú olaj (*borolaj*) is képződik, és ettől függ a boroknak ugynevezett zamatja, mely a tökélyesen megérett szőlő mustjából készült borban hiányzik. Ha pedig a forrásban levő folyadékban az ugynevezett rostanyag (Faserstoff) minden sav nélkül létezik, például a borforrásra fordított burgonyában, akkor a három első terményen kívül a *langolaj* (Füselöhl) is előáll, mely a burgonya-pálinkától porrá tört faszén által szokott elválasztatni. Minthogy ezen olajokban a könnyű jóval is nagyobb mennyiségben találattatik, mintsem hogy azt a fölbontott czukoranyagból kaphatták volna, nyilvános: hogy nemzódésükre a víznek is részint szétbontatni kellett.

b) Ezen termények' képződésével több kevesebb idő alatt a szénsav kifejlése megszűnik, és a folyadék megtisztultával az *előforrás* végét érte; ezután azonnal következik az *utóforrás*, melynek lefolytával ugyanaz történik, a mi az előforrásban, de lassú folyamattal, és azért csak az eredményéből vehető észre. Így ha az előforráson keresztülment bor vagy ser erős palaczkokba záratlik, az forrását folytatván sok szénsavval terheltetik meg, és a palaczk kinyitásával erősen pözsg; mint ezt a pezsgő borban vagy sörben tapasztaljuk.

c) Ha a forrás alatti folyadékban több czukoranyag létezik, mintsem a képződő seprő által fölbontathatnék, és borszeszszé változtathatnék, akkor a bor utóforrása' végeztével is édes marad; de ha reá újabb, s kevesbé édes, de légeny-tartalmú anyagot fogláló bor töltetik, lassankint minden czukoranyaga borszeszszé változik, és ez által szeszesebbé lesz. Azon bor pedig, mely az egész forrási folyamat' végezte után is még fehérsye vagy növényenyv részekkel bir, czukoranyag' hozzátételével szeszessíthetik. — Azonban idővel e nélkül is megszabadul a fehérsye és növényenyv-

től, mert ezek a pinczék' szokott mérsékében a légkörből vett éleny által seprővé válnak, a nélkül, hogy azon mérséklet alatt a kész borban változást okozhatnának. Végtére a szőlőmustban fölolvadva létező „ketted borsavas-haméleg“ nevű só a borszesz' növekedtével lecsapatván a hordó olda'ain az ugynevezett *borkőzet* adja, mellynek kiválásával a borok' fanyarsága egyenes arányban enyészik.

187) A *borszesz* minden a borforrást kiállotta anyagtól lepárolgás által elválasztható. Az első és második lepárolgás által több mennyiségű vízzel elegyedve nyeretik, és *égettbor* (pálinka) nevet visel; ismételt lepárlás által vizének nagyobb részétől megmentetik, és *közönséges borszesznek* neveztetik; ha ez mészélegről, vagy jól kiszáritott hamuzsirról ujonnan lepároltatik, minden víztől mentesített *átalános borszeszt* ad. Ez szintelen; kellemes szagú, nagyon szállékony; alkotrészei  $C_4 H_{12} O_2$ ; fajsulya  $= 0,79$ . Még eddig semmi hidegben meg nem fagyott, azonban *Natterer* testvérek Bécsben 1845-ben összesűrített légeleg által eszközölt hidegben a borszeszt már sűrűdni tapasztalták;  $78^\circ C$  alatt már forr. — Szabad légen meggyújtatván gyengén világító kékes lánggal ég, és a szén-savon kívül maga súlyjánál nagyobb súlyú vízmennyiséget nemz. Gyántákat könnyen föloldja, s velők *fénymázokat* (Firniss) alkot. — Savakkal lepárologtatván azoknak minőségükhöz képest különböző tulajdonú *égenyekké* változik. Ezek közül legnevezetesebb a *kénégeny*, melly a kénsavval elegyített, és  $140^\circ C$  fokig hevített borszeszből csak az által ered, hogy ez utolsó a kénsav érintése által égenynyé  $= C_4 H_{10} O$ , és vízzé  $= H_2 O$ , a nélkül, hogy kénsavval egyesülne, fölbonthatik. *Liebig* szerint a borszesz  $= C_4 H_{12} O_2$  ugy tekintethetik mint égenynek vízzeli vegyülete (vizegye). Az égeny pedig egy *aethyl*  $= C_4 H_{10}$  névvel jelölt állománynak élege gyanánt vétethetik, melly véleményképi gyök az életműves vegytanban sok nevezetes vegyületeknek alapul szolgál. Az égeny' tulajdoni közül említendő: hogy igen illó, s gyulékony szintelen folyadék,  $36^\circ C$  alatt már forr, fajsulya  $= 0,72$ , víz fölött uszik; fémhalvagokon és gyántákon kívül némelly kövér olajokat, viaszt és a ruggyántát is föloldja; hirtelen elpárolgása által igen nagy hideget okoz; ha gőzalakban a körléggel keveredve lélekzésre használtatik, a lélekzöt többnyire kellemetes és néhány perczekig olly álomba szenderíti, melly alatt minden érzékenysége megszűnik.



## II. Czikk.

### E c z e t - f o r r á s.

188) *Eczetforrás* nevezetű vegyfolyam alatt a borszeszből, és vele egyesülő élenyből *eczetsav* és *víz* képződik. Tudniillik, ha a borforrást megtette folyadék  $25^{\circ}$ — $35^{\circ}$  közti hőmérsékben az eczetforráshoz fog, ha forranyaggal elegyedve levén, vagy érenytaplóval érintkezvén, a szabad léggel elegendő közlekedésben van. Eczetforrás beálltával a folyadék felületén nyákás hárttyával vonatkoztatva, zavarossá lesz, és ha idővel ismét megtisztult, az előbb benne létezett borszesz helyett csak eczetsav találtatik. Ha a folyadékban nagyobb mennyiségben légeny-tartalmú anyag létezik, eczetforrás alatt egy kocsonyához hasonló nyákás anyag is, az ugynevezett *eczetany* képződik.

189) Ezen nevezetes forrás neme *Liebig* szerint ekkép történik. A borszesznek, mely  $= C_4H_{12}O_2$ , 4 könnyű paránya a körlegréből vett 2 parány élenynyel egyesülvén, ugyanannyi parányú vízsziget nemz, és az által a borszesz *aldehid*  $= C_4H_8O_2$  nevezetű állományná változik, mely *acetyl*  $= C_4H_6$  véleményképi gyök' elégenek vizegyeül tekintendő. *Aldehid* a körlegréből kölcsönözött 2 parány élenynyel mohón egyesül, és az *eczetsavat*  $= C_4H_8O_4$  előállítja. Ha az eczetesendő folyadékhoz csak annyi körleg járulhat, hogy aldehid képződhessék, az igen illékony levén, minekelőtte eczetté válna, már elillan, és így lassankint a borszesz átalakulásától az edényben csak a képzett víz marad. Ellenben az elegendő körleg érintésében annál több eczetsav képződik, minél szeszesebb volt a folyadék.

Vannak némelly állományok, melyek minden borforrás nélkül egyezre eczetforrásba mennek, például a vízben föloldott mezga, de legtöbb esetekben a közvetlen eczetesedés csak azért látszik olyannak, mivel az időre ment borforrás igen rövid ideig tartott. Így a kenyérsütésre készített, és fűlesztő segélyével forrásba hozott tészta is hamar átme gy eczetforrásba.

190) A közönséges borból, sörből, vagy más részegítő italokból nyert eczet több növény-anyagokkal van elegyedve, de ezekről lepárolgás által megszabadíthatik, s akkor *lepárolt eczet* néven neveztetik. Ha ez szikéleggel telítetik, és a vegyületből elpárolgás által nyert eczetsavas-szikéleg kénsavval görebben fölhevít-



tetik, az eczetsav tömény-állapotban hajtatik ki, és a szedőben mint szintelen, erős savanyú szagú folyadék jelenik meg. Ez a vízhez nagy rokonsággal viseltetik, azért a levegőben füstölögni látszik; meggyulható, és kéklánggal szénsavvá, és vízzé ég.

### III. Czikk.

#### R o t h a d á s.

191) A forrásnak harmadik foka a *rothadás*; ez által az életműves testek alkatrészeikre bomlanak, melyek egymás közt, vagy a velök érintkezett anyagokkal környülményeikhez képest különböző terményekké vegyülnek. Rothadáson minden légeny-tartalmú életműves anyag keresztülmehet, melly az eczetforrást megtette, vagy az eczetforrás előrejárulta nélkül is, ha különben légenynyell bir, mint az állati testek. — A rothadás megkezdésére a nagy tekintélyű *Liebig* véleménye szerint szükséges, hogy a rothadandó anyag vagy valamelly rothadó testtől érintessék, vagy a légkör hatásának, ha még olly kevés ideig is, kitétessék; minek megtörténtével némelly testek már  $6^{\circ}\text{C}$  mérsék alatt is ámbár lassan, de nagyobb részint  $10^{\circ}$ — $30^{\circ}\text{C}$  közti mérsékben rothadásukat folytatják, akár azután a szabad légen, vagy légmentes helyen, víz alatt, vagy föld alatt tartassanak.

192) Az említett környülmények mindegyikében a rothadás különféle módosítással megy végbe. Ugyanis:

a) A *szabad légen*, t. i. midőn a rothadó testnek minden részeihez a körlég járulhat, annak könenye a körlégi élenynyel egyesülvén vizet, szénenye pedig szénélegsavat képez. Ha légenynyel is bir, az a köneny' egy részével vegyül és könlégeget ad, melly valamelly égvény-jellemű test' jelenlétében szintén élenyül, és vizen kívül légsavat alkot. E vegyületeken kívül a testből marad egy sötétbarna színű *porhadéknak*, *revenynek* vagy *televénynek* (humus) nevezett anyag, melly a földszinét termékenynyé teszi. Ezen uton, és módon a föld felületén a rothadás vagy inkább *revedés*, *ernyedés* vagy *erjedzés* (Verwesung) szüntelen jótékonyan működik, és a termőföld folytonos ujításán kívül minden bűz nélkül salitromot is alkot.

b) Ha a rothadásba indult test *zárt helyen* létezik, vagy a szabad lég minden részeire nem hathat, akkor annak (ha növény-osztályú) könenye a szénenynyel és légenynyel különösen könnyűszénecské és könnyéggé változik. A víz és az élenyes savak fölbontatnak, s élenyük a szénenynyel szénéleget vagy ennek savát nemzi. — Ha pedig a rothadó test állati, tehát kén és vilány tartalmú (182); akkor annak könenye az előbbi terményeken kívül még könnyűsavat, és könnyűlacsot is képez, maradványul hagyván ismét a már említett porladékot. Minthogy pedig mind ezen légnemű termények kellemetlen szaguk, azoknak különféle aránybani elegyedéséből ered a jelen körülményben rothadó testeknek, főképp ha azok állatiak, kiállhatatlan büze. — Némelly testek ezen utoni rothadásukban hatalmasan fölhevülnek, és önkényes gyuladásoknak már többször okai voltak. A mint ez a nedvesen összerakott, vagy az esőviztől általjárt szénával már nem egyszer történt. Ugyanez történik az olajjal nedvesített kenderrel vagy vászonnal is, ha nagyobb tömegben hosszabb ideig vesztég hagyatik.

c) *Vizalatt* létező életműves testek' *vonatanyagnak* nevezett részei a vízben föloldatván a víz fölülete közelében élenyülnek, és a megmaradt szénenyűdús részeik a víz fenekére *iszap* (Schlamm) alakban leülepednek. Ez által a víz alá merült életműves testnek, például fának, a vízben föl nem oldható részei (a rostanyag) az éleny' hatásától sok ideig mentek maradnak, s ha egyszer hozzájuk is eljut a vizen is keresztülnyomuló éleny, olly lassu folyamattal folytatják rothadásukat, hogy az, ha főképp tetemes tömegűek, századokig is tart. A rothadásnak ezen neme által képződik a *mo-csárok'* szénrészekkel elegyedett *iszapja*, és az ugynevezett *gyep-tőzeg* (Torf), s csak az ekképi rothadás' lassú folyamatának tulajdoníthatni, hogy vizalatti faépitményeink századokkal is daczolhatnak.

d) Végképp a *föld alá* temetett életműves testek' rothadása a b) pont alatti módon történik, de a kellemetlen büzü légnemű termények, minekelőtte a szabad légre juthatnának, jobbára az őket környező földrétegekkel egyesülnek, vagy ha a környező testek' természeténél fogva ez nem történhetnék, a fölöttük létező földtömegnek szerfölötti nyomása esetében a könnyű és széneny részint olajnemű folyadékot, t. i. *kőolajt* képeznek, melly idővel megsűrűsödven vagy különféle ásvány-gyántákká változik, vagy a rothadásból maradt

porhadékkal keveredve s talán ezredek lefolyta alatt megkeménykedve *köszenet* alkot; részint mint bányalég (116) összenyomott állapotban a földalatti üregekben létezik, honnét bármiként történt nyíláson kiszabadulván sokszor több hónapokig söt esztendőig is tartó légfolyamat képez. — A rothadó test élenyével vegyült széneny mint szénéleg és szénsav fejlődik ki, s közönségesen nyomás alatt levén a netalán vele közösülő vizeket savanyú vizekké változtatja (110. b), vagy szintén a nyert hasadékokon elillan.

*Jegyzék.* A rothadás bármennyire borzasztónak tessék is, mégis a természet éltető munkálatai között a legjótékonyabbak-, sőt legszükségesebbekhez tartozik; mert a sivatagokat édenre varázsolható növényzet csak a rothadás által kifejlett terményekből tenyészlik, s mind embereknek, mind egyéb állatoknak csak az által képes czélszerű eledellé alakulni. S valamint a jelenkori növényeknek, és állatoknak roppant tömege csak az előbb éltek' átalakult maradványait táplálékul éldeli, ugy ez a későbbi, mind növényi, mind állati nemzedékeknek éltető szerül szolgálánd.

193) A föld alatt végbement rothadáshoz az életműves testek *száraz utoni lepárlása* lényegileg igen hasonlít; mert ez utolsó által az alkalmazott hőség' segélyével rövid ideig ugyanazon eredményhez juthatni, melly az előbbi által csak ezredek lefolytával eszközöltetik. Ugyanis ha szedővel és légfogó készüllettel összekapcsolt görebben valamely életműves test hevítettetik, először is a szedőben víz, azután sárga színű savanyú folyadék, t. i. *fasav, eczetsav*, utóbb kellemellen szagú és kátrán (Theer) tartalmú *kőszénolaj*, melly a hőség növekedtével mindig sötétebb színű, gyűl össze; a légfogóban pedig szénéleggöz, szénsav, könszénecs, vagy ha a test olaj és gyántatartalmú, könszéneg jelenik meg. Ha az életműves test légenyifoglaló, ez a könenynyel könléget ad (100), melly helyett azonban égvény-jellemű test' jelenlétében kéklény képződik (122). Utoljára a görebben csak szén marad.

*Jegyzék.* *Petzholdt Sándor* illy czimű jelentésének: *Ueber Calamiten und Steinkohlenbildung in Dresden und Leipzig 1841*, 20—28-dik lapján leirt kísérletekből tudjuk, hogy ha valamely életműves test, például fa, légzárólag bezárt öntött vas hengerben vörös izzásig hevítettetik, az imént említett száraz lepárolgási termények a szénnel, köszénhez minden tulajdonaira nézve igen hasonló anyaggá elegyednek. Honnét valószínű: hogy a természeti köszénnek is a vízőzőnök által eltemetett növények nagy nyomás alatti rothadásából, melly a száraz lepárolgástól lényegileg nem különbözik, erednie kellett.

## HARMADIK SZAKASZ.

### Nyugvás és mozgás általánosan.

194) Az előbbi két szakaszban mind közös, mind különböző tulajdonokra nézve megismertetett testek majd ugyanazon helyet foglalnak el folytonosan, majd helyöket változtatják. Első esetben nyugvási, másodikban mozgási állapotban lenni mondatnak. A *nyugvás* tehát nem egyéb, mint ugyanazon helynek folytonos elfoglalása; *mozgás* pedig az elfoglalt helynek változtatása. Minden test tehetlenségénél fogva csak akkor jöhet mozgásba, ha rá valamely erő működik (22); minthogy pedig a már előadottak szerint is minden testre, és annak részeire bizonyos erők szüntelen működnek, következni látszik, hogy bármely testnek folytonosan mozgási állapotban lennie kellene; mi csakugyan meg is történnék, ha a testre működő erők egymás hatását számtalan esetekben meg nem semmisítenék, azaz egymással egyensúlyt nem tartanának. Ennél fogva a testek nyugvása nem egyéb, mint a rájuk ható erőknek egyensúlyi állapota. Már ezekből kitűnik, miszerint a testek' nyugvásának és mozgásának kellő értelmezésére legelőször is a nyugvás és mozgás okozóját, t. i. az erőket, vagy legalább is azoknak hatási módját ismerni kell.

## I. FEJEZET.

### Az erőkről általánosan.

(*Erőtan = Dynamica.*)

195) Az *erő fogalma és felosztása*. Az erő által értetik valamely mozgást létrehozó, vagy gátoló ok, a nélkül, hogy annak mibenlétét meg lehetne határozni. Azon időre nézve, melyben működik, vagy *pillanatnyi*, vagy *folytonos*. Ez utóbbi ismét vagy *állandó* vagy *változó*. Azon pont, melyre bizonyos erő hatását gyakorolja, *megtámadási pontnak* mondatik; azon vonal pedig,



mellyet a megtámadott pont mozgása körben leír, vagy leírna, *erő irányának* neveztetik. Továbbá azon nyomás, mellyet az erőtől ösztönöztetett test valamelly akadályra gyakorol, az *erő nagysága*. Végre, ha egy vagy több, de egymással összefüggő megtámadási pontokra erők alkalmazvák, azok együtt egy *erőrendszert* képeznek.

196) *Az erők általános mértéke*. Mivel az erőket csak az általuk gyakorlott hatásról ismerjük, következetesen teszünk, ha azon erőt, melly a másikkal egyenlő hatást gyakorol, avval egyenlőnek, amazt pedig, melly a másiknál kétszer háromszor ... nagyobb hatást gyakorol, kétszer, háromszor ... nagyobb erőnek mondjuk, és megfordítva. Ezért ha  $P$  erő akkora hatással működik, mekkoráival  $n$ -szer vett  $S$  erő, áll ezen egyenlet  $P = nS$ ; és hasonlókép ha  $Q$  csak  $n$ -nyi részét gyakorolja azon hatásnak, melylyel az egész  $S$  erő működik, lesz  $Q = \frac{S}{n}$ ; azaz mind  $P$ , mind  $Q$  erőnek mértéke

az  $S$  erő, melly mint mértékerő egyesnek szokott vétetni. Gyakorlati életben az erők' nagyságának meghatározására valamelly bizonyos nagyságú súly, p. o. 1 font, 1 mázsa, erőmérték' egysegeül használtatik.

197) *Az erők aránylagos mértéke*. Az erőtan állítmányainak elméleti kifejtése végett nem szükséges a kérdésben levő erőknek valódi nagyságát ismerni, hanem azok aránylagos nagyságával is megelégedhetni. Ezért az erők nagyságai olly vonalokkal jelentetnek, mellyeknek hossza az erők' nagyságával egy viszonyban áll. Az erőt jelentő vonal két betűvel szokott megneveztetni, és irányával az általa jelentett erő irányát mutatja. Ehez képest, hogy már a vonal betüinek kimondásából kitünjék a jelentett erő hatási iránya, megkivántatik, miképen az erőt képviselő vonal kimondása mindenkor a megtámadási pont betűjével kezdődjék. Egyébiránt az erőt képviselő vonal, rövidség okáért, többször csak egy betűvel jelettetik meg.

198) *Az erők hatási módja*. a) Ha az  $AB$  (40. rajz.) vonalnak  $B$  pontján  $BC$  irányban, melly az  $AB$  vonaléval megegyez, működő erő alkalmaztatik,  $AB$  vonalnak minden összefüggő részei  $BC$  irányban mozgásba jönnek, és ugyanazon irányban moz-

40. rajz.  
A      B      C  
————— . . . . .

díttatnának, ha a  $BC$  irányú erő  $AB$  vonalnak bármely más pontjára alkalmaztatnék is; tehát: az erő hatása mindig ugyanaz marad, irányának bármely pontjában alkalmaztassék a testre.

b) Ha valamely erőrendszerben egy támadási pontra két egyenlő nagyságú, de ellenirányú erők alkalmazvák, azok annyiba vehetők, mintha nem is léteznének; mert az ilyen erők egyenlő és ellenirányú hatása mellett semmi ok sem létezik, minél fogva a támadási pontnak mozdulnia kellene; tehát *ilyen erők egymás hatását teljesen megsemmisítik*. — Ezen oknál fogva, ha környülmények kívánják; minden erőrendszerbe két egyenlő, és ellenirányú erőt beiktathatni a nélkül, hogy abban, a különben létesülendő nyugvási vagy mozgási állapotra nézve legkisebb változás történék.

199) *Az egyrendszerhez tartozó erők' elnevezései*. Midőn valamely erőrendszerben egy vagy több erőnek hatása egyenlő egy vagy több ugyanazon rendszerhez tartozó erőnek hatásával, akkor azok *egyenhatású erőknek* (aequivalentes) mondatnak. Ha lehetséges egy erő, melynek hatása egész erőrendszer hatásával egyenlő; az *eredő* vagy *közép* erőnek neveztetik. Erre nézve az erőrendszert képző erők *összetevők* vagy *mellék* és *oldalerők* neve alatt fordulnak elő. Az adott összetevőkből származandó eredőnek meghatározása *összetétel*; ellenben valamely eredő gyanánt tekintett erő' összetevőinek feltalásása *szétbontás* nevét viseli. — Az erők összetételének és szétbontásának kellő eszközlése végett legelőször is arra kell ügyelni, egy-e az összeendő erők megtámadási pontja, vagy több.

## I. z Cikk.

A z e g y p o n t r a h a t ó e r ö k ' ö s s z e t é t e l e , é s  
s z é t b o n t á s a .

200) Az egy pontra ható erők vagy *egyirányuak*, vagy *ellenirányuak*, vagy *szöglet alatt* működök.

201) *Egyirányú erők eredője*. Minthogy az egyirányú erők — neveztesse nek  $P$  és  $Q$ -nak — ugyanazon támadási pontra gyakorlott működése egymással semmi tekintetben sem ellenkezik, sőt teljesen megegyez, könnyen átlátható, miszerint illy erőknek együtt

hatása ugyanazon irányú, és oly nagyságú, minő azon egy  $R$  erőé leendő, melynek iránya, és nagysága a kérdésben létező erők egyített nagyságával és irányával megegyez, azaz:  $R=P+Q$ ; tehát az egy támadási pontra ható, és egyirányú erők eredője azokkal közös irányú és összegükhez egyenlő.

202) *Ellenirányú erők eredője.* Midőn az egy pontra ható erők ellenirányúak, nagyságukra nézve vagy egyenlők vagy nem. Első esetben a 198. szám b) pontja alatt mondottaknál fogva egymást megsemmisítik, tehát belőlük semmi eredő nem származhat, azaz  $P-Q=0$ . Ha pedig az ellenirányú erőknek egyike, például  $P$  nagyobb a másikinál, azt oly két egyenirányú erőkből összeállítottak tekinthetni, melyeknek egyike az ellenkező irányú  $Q$ -val, másika pedig a  $P$  és  $Q$  erőknek  $R$  betűvel jelelt különzékével egyenlő; de a két egyenlő és ellenirányú erők hatásai egymást megsemmisítik, a nagyobbik erőből fennmaradt  $R$  különzék pedig továbbá is működik, azaz  $R=P-Q$ ; tehát két különböző nagyságú, ellenirányban egy pontra ható erőknek eredője, azoknak különzékéhez egyenlő, és a nagyobbik erővel közös irányú.

203) *A szöglet alatt működő erők összetételét illető elvek.* Két, bizonyos szöglet alatt egy pontra működő erőnek mindenestre vagyon eredője, mert ez csak akkor nem lehetséges, midőn azok egyenlők és ellenirányúak (202). De hogy ezen erőknek megfelelő eredő kellőleg meghatározottassék, e következő elvekkel szükséges megismerkedni.

a) Szöglet alatt egy pontra működő két erő eredőjének iránya mindig az összetevők iránya által meghatározott síkban fekszik; minthogy semmi okot sem hozhatni föl, mi által abból kizárható.

b) Az említett eredő erőnek iránya szükségképen az összetevő erők irányai közé esik; mert a támadási pontot mindegyik erő saját irányába vonni törekedvén, azt a másik erő irányától valamennyire eltéríti.

c) Ha az összetevők egyenlők, eredő irányának az azoktól képzett szögletet feleznie kell; mert egyik erő sem vonhatja a megtámadott pontot irányához közelebb, mint a másik. Ha pedig az összetevők egyike valamivel nagyobbodni tétetik, már akkor az eredő iránya, a nagyobbodott irányához közelebb esik; mert ezen



egyentelen erők eredőjét úgy képzelhetni, mint a két egyenlő összetevőnek eredőjéből, és azon erőből származót, melylyel az egyik összetevő nagyobbítottanak tétetik; tehát a *b*) pont értelmé szerint az erők irányától képzett szöglet' felezőjének, és a nagyobbított erő' irányának közébe, azaz a nagyobbított erő irányához közelebb esnie kell.

*d*) Ha az egy pontra ható erőknek egyike határozott nagyságú levén, másika 0-tól egész  $\infty$ -ig növekedni tétetik, az előbbi pont nyomán nyilvános, hogy eredőjüknek iránya a meghatározott nagyságú összetevőnek irányától, a növekedett összetevőnek irányához folytonosan közelítend, míg avval a végtelen nagyság' elértekor össze nem esik. Ellenben ha az egy pontra ható erőknek mindegyike akkép növekedni gondoltatik, hogy a nagyságuk közt eredetileg fennálló viszony semmi változást ne szenvedjen, akkor eredőjüknek iránya is folytonosan ugyanaz marad; mert a mennyivel az egyik összetevő, nagyságának növése miatt az eredő irányát magafelé hajlítja, azt a másik összetevő ugyanazon aránybani föltételezett növekedése miatt épen annyival visszavonandja, és ekkép az összetevőknek egy aránybani növekedésük mellett az eredő iránya változatlan marad. Ebből kitetszik, hogy az eredő erő iránya nem az összetevők általános nagyságától, hanem csak a nagyságuk közt fennálló viszonytól függ. Miből ismét az következik, miszerint bizonyos irányú, de határozatlan nagyságú, egy pontra ható két összetevőnek eredőjét bármely önkényes irányban jelenthetni, és viszásan bizonyos irányú erőnek összetevőit, bármely önkényes irányuaknak képzelhetni; mert a bizonyos irányú és szögletet képző összetevők' nagysága közt mindig lehetséges azon viszony, mellyől az eredőnek önkényesen választott iránya függ; és megfordítva.

204) *Egyenes szöglet alatt működő erők eredőjének meghatározása.* A kifejtett elveknél fogva már

41. rajz.

meghatározhatni eredőjét az egy pontra ható, és irányaikkal szögletet képző erőknek. Legyen *P* és *Q* két összeendő erő (41. rajz), mellyek könnyebbség okáért egyenes vagy ép szöglet alatt *A* pontra *Ax* és *Ay* irányban hassanak; álljon közöttük azon viszony, mellynél fogva *R* ere-





dőjük  $Az$  irányú lesz. Ezen eredő nagyságának meghatározása végett vételessük még föl egy pár ugyanazon támadási pontra egyenes szöglet alatt  $Az$  és  $Au$  irányban működő erő, névszerint  $H$  és  $I$ , mellyek egymáshoz nagyságukra nézve úgy viszonyoljanak, mint  $P:Q$ , azaz álljon köztük ezen arány:

$$H: I = P: Q.$$

Minthogy  $H$  összetevő iránya  $P$  erő irányával ugyanazon  $xAz$  szögletet képezi, mellyet  $P$  erő az  $R$  eredő irányával, a fennálló viszonyok' egyenlősége miatt következik, hogy  $P$  erő  $H$  és  $I$  segéd erőknek eredője. Már most összehasonlítván az összetevőket, a megfelelő eredőjükkel, lesz:

$$H: P = P: R; \text{ innen } H = \frac{P^2}{R} \cdot \cdot \cdot \quad (I)$$

$$I: Q = P: R; \text{ innen } I = \frac{PQ}{R} \cdot \cdot \cdot \quad (II).$$

Továbbá vételessük még föl két más ugyanazon pontra ismét egyenes szöglet alatt  $Av$  és  $Az$  irányban ható erő  $K$  és  $L$ . Ha ezen erők szintén úgy állanak egymáshoz, mint  $P:Q$ , eredőjük lesz  $Q$  erő; mert ez  $L$  összetevőjével ugyanazon  $zAy$  szögletet képi, melly az  $R$  és  $Q$  erők' iránya között létezik; tehát az előbb használt módszerint  $K$  és  $L$  erőket és eredőjüket,  $P$  és  $Q$  erőkkel, és ezeknek eredőjükkel összevetvén áll:

$$K: P = Q: R; \text{ innen } K = \frac{PQ}{R} \cdot \cdot \cdot \quad (III)$$

$$L: Q = Q: R; \text{ innen } L = \frac{Q^2}{R} \cdot \cdot \cdot \quad (IV).$$

Mivel  $P$  erő  $H$  és  $I$  erőknek,  $Q$  pedig  $K$  és  $L$  erőknek eredője,  $P$  és  $Q$  eredetileg felvett erők helyébe ezen négy segéd erőt lehet helyettesíteni, és azoknak  $R$  eredője egyszersmind lészen az ezeknek is megfelelő eredő. De ezen négy segéd erő közül  $I$  és  $K$  ellenirányuak, mivel  $Az$  iránynyal egyenes szögletet képeznek, és egyenlők, a mint a (II.) és (III.) jegy alatti értékükből kitetszik; tehát egymást megsemmisítik. Ennélfogva  $R$  erő csak  $H$  és  $L$  erők eredője; minthogy pedig ezen erők egyirányuak, magokkal közös irányú és összegökhöz egyenlő nagyságú eredőt nemzenek, azaz:

$$R = H + L;$$

és  $L$  helyett az (I.) és (IV.) jegyek alatti értéket tevén:

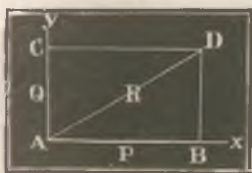
$$R = \frac{P^2}{R} + \frac{Q^2}{R};$$

avagy  $R^2 = P^2 + Q^2 \dots (V);$

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2} \dots (VI);$$

az: egy támadási pontra egyenes szöglet alatt ható erőknek eredője ugyanazon erők négyzeteinek összegéből kivont négyzetes jökhöz egyenlő.

205) Ép szöglet alatt egy pontra ható erőkől származott eredő' nagyságának képviselője. Ha a  $P$  és  $Q$  (42. rajz) egyenes



42. rajz.

szöglet alatt ható erőknek irányát jelentő  $Ax$  és  $Ay$  vonalokból  $AB$  és  $AC$  darabok levágnak, melyeknek hossza az említett erők nagyságával egyenes viszonyban áll, azután a vágó pontokból  $ABCD$  egyenköz szerkesztetik, ennek az erők iránya közti

szögletből huzott átlója vagy átszögellője hosszúságára nézve jelenteni fogja a  $P$  és  $Q$  összetevők' eredőjének nagyságát. Mert a lételnél fogva áll:

$$AB: AC = P: Q; \text{ vagy}$$

$$AB^2: AC^2 = P^2: Q^2; \text{ vagy}$$

$$AB^2 + AC^2: AB^2: AC^2 = P^2 + Q^2: P^2: Q^2;$$

ível  $AC = BD$ -hez, lesz  $AB^2 + AC^2 = AB^2 + BD^2$ ; és az  $BD$  egyenes szöglet miatt  $AB^2 + BD^2 = AD^2$ ; tehát

$$AB^2 + AC^2 = AD^2.$$

szöföül a fönnebbi szám alatt bebizonyítatt, miszerint  $P^2 + Q^2 = R^2$  (V); ezen értékeket az utolsó arányban helyettesítvén lesz:

$$AD^2: AB^2: AC^2 = R^2: P^2: Q^2; \text{ vagy}$$

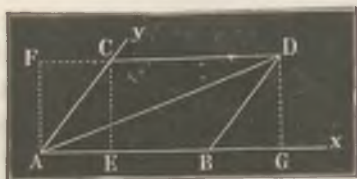
$$AD: AB: AC = R: P: Q;$$

óval: az ép szöglet alatt egy pontra ható összetevők' eredőjének nagysága jól jelentetik azon ép szögű egyenköz' átlója által, melyek két érintkező oldala az összetevők nagyságát képviselik.

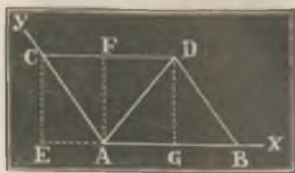
206) Ferde szöglet alatt egy pontra ható erőkől származott eredő' nagyságának képviselője. Mi az ép szögű egyenköz átlójáról

állítatik, alkalmazható bármely ferde szögű egyenköz' átlójára is. Legyen e végre  $ABDC$  (43. és 44. rajz) ferde egyenköz, melynek  $AB$  és  $AC$  oldalai az  $A$  pontra ható erőket képezzék. Ennek  $A, C, D$  pontjaiból  $AB$  és  $CD$  oldalak' irányára merőlegeseket bocsátván,  $AC$  vonal  $AECF$  ép szögű egyenköz' átlójául jelenik meg, tehát képviseli az  $AE$  és  $AF$  oldalak által jelentett összetevők eredőjét (205); ezeket az egyenhatású  $AC$  erő helyett tevén  $A$  pontra már három erő működend, ugymint  $AB$ ,  $AE$  és  $AF$ , de ezek közt  $AB$  és  $AE$  — ha az eredetileg fölvelt  $AB$  és  $AC$  erők működési szöglete hegyes — egyirányúak (43. rajz); — ha pedig az említett szöglet tompa — ellenirányúak (44. rajz); tehát ezen két erőnek eredője:

43. rajz.



44. rajz.



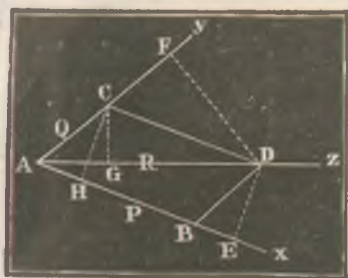
az első esetben lesz  $AB + AE$  (201); a másodikban pedig  $AB - AE$  (202); avagy mivel  $\triangle ACE = \triangle BDG$  miatt  $AE = BG$ -hez, mind a két rajzban lesz a származott eredő  $= AG$ . Ezt az  $AB$  és  $AE$  helyébe hozván, a fönnebbi három erő, kettőre, nevezet szerint  $AF$ , és  $AG$ -re lesz állítatott. Minthogy pedig ezen erők' működése ép szöglet alatt történik, tehát mind ezek, mind a velük egyenhatású  $AB$  és  $AC$  összetevők' eredőjének nagysága az ép szögletű  $AGDF$  egyenköz'  $AD$  átlója által képviseltethetik. De  $AD$  átló egyezsersmind a ferde szögű  $ABDC$  egyenköz' átlója is; tehát állapíthatjuk miszerint a ferde egyenköz' átlója is jól képviseli a két érintkező oldalok által jelentett összetevők eredőjének nagyságát.

207) A közép erő irányát jelentő vonal. Midőn az egyenköz' átlójának hossza a két érintkező oldalak által jelentett összetevők eredőjének nagyságát képviseli; egyszerűen ugyanazon átló irányában az eredőnek működési irányát is mutatja. Mert valamint a mondtak' nyomán (203, d) az eredőnek iránya nem az összetevők általános nagyságától, hanem csak a nagyságuk közti viszonytól függételeztetik, úgy az egyenköz' átlójának iránya is nem az egyenköz' két érintkező oldalainak általános hosszától, hanem a hosszú-

haguk közti viszonytól függ, mely állításnak mértani bebizonyítását  
azonban rövidség okáért mellőzni kénytelenek vagyunk.

208) Mivel minden,  $ABDC$  (45. rajz) egyenközb $\acute{e}$ n  $AC$  és  $BD$  átellenes oldalak egyenlők, következik:

a) Hogy az  $ABD$  háromszög  $AD$  oldala az eredőt, a másik két oldala pedig az összetevő erőket mind nagyságukra mind irányukra nézve képviselhetik. —



nyukra nézve képviselhetik. — Ennek okáért azon egyenköz, mellynek oldalai által az össze-  
tevők, átlója által pedig az  
eredő jelentetik, *erők egyenkö-  
zének*; és ugyan ugy a három-  
szög is, mellynek oldalai az  
említett három erő' nagyságát  
és irányát mutatják, *erők három-  
szögének* neveztetik.

b) Minthogy  $P$  és  $Q$  crök, és belőlük származó  $R$  eredő  $ABD$  háromszög illető oldalai által képviseltetnek, áll:

$$P: Q: R = AB: BD: AD; \text{ ugy de}$$

$$AB:BD:AD = \sin ADB:\sin BAD:\sin ABD; \text{ tehát}$$

$$P : Q : R = \sin ADB : \sin BAD : \sin ABD ;$$

zóval: az eredő és összetevő erőknek mindegyike egyenesen iránylik a másik két erő irányától képzett szög' keblével.

c) A legközelebbi arányban e következő is foglaltatik:

$$P:Q = \sin ADB : \sin BAD$$

vagyis  $\sin ADB = \sin DAC$  miatt

$$P: Q = \sin DAC: \sin BAD;$$

1D vonalt sugárnak véve, az előforduló kebeleket vonalokban kifejezhetni, tehát lesz:

$$P: Q = \frac{DF}{AD} : \frac{DE}{AD} = DF: DE;$$

zaz: oldalerők megfordított viszonyban állnak azon merőlege-  
ekkel, melyek az eredő irányának bármi pontjából irányukra  
uzatnak.

d) A b) alatti utolsó arányban még ezen arány is rejlik:

$$P : R = \sin ADB : \sin ABD :$$



mellyből a  $\sin ADB = \sin DAC$ , és  $\sin ABD = \sin BAC$  miatt lesz:

$$P : R = \sin DAC : \sin BAC;$$

$AC$  vonalt sugárul választván, és az előkerült kebeleket vonalokban kifejtván lesz:

$$P : R = \frac{CG}{AC} : \frac{CH}{AC} = CG : CH;$$

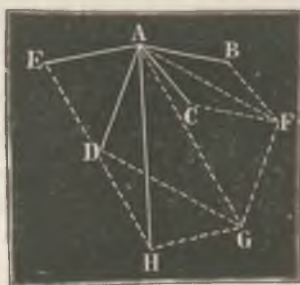
azaz: a mellékerőknek egyike és a középerő vízszáson arányzottak azon merőlegesekkel, mellyek a másik mellékerő irányának bármi pontjából irányukra eresztetnek.

209) Középerő meghatározása szerkeztés által. A mondotaknál fogva adatván az összetevők iránya, és nagysága, könnyű az eredő erőt szerkeztési uton meghatározni. Ugyanis:

a) Ha kettő az összetevő, legelőször huzassanak a támadási  $A$  pontból (42. rajz 127. lap) az összezteendő erők irányát mutató  $Ax$  és  $Ay$  vonalok, és ezeken bizonyos mérték szerint az erők nagyságához képest jeleltessenek ki az  $AB$  és  $AC$  részek; azután  $B$  pontból  $AC$ -vel, és  $C$  pontból  $AB$ -vel egyenközü vonalokat eresztván előáll az erők egyenköze, mellynek  $AD$  átlója az eredőnek keresett nagyságát a választott mértékben kifejezendí. Vagy rövidebben: összeállítván a két erőt képviselő  $AB$  és  $AC$  vonalokat az erők működési szöglete alatt, huzassék  $B$  pontból  $AC$ -vel egyenközü és egyenlő  $BD$  vonal, ennek  $D$  pontját a támadásával összekötő  $AD$  vonal lesz az eredő nagyságát jelentő.

b) Ha pedig szerkeztési uton kettőnél több erőnek, például  $AB$ ,  $AC$ ,  $AD$ ,  $AE$  (46. rajz) vonalokban jelentetteknek eredője

46. rajz.

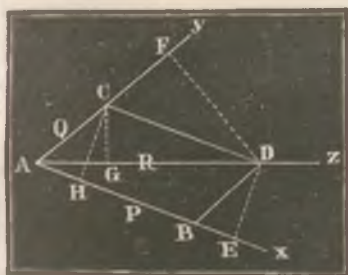


kerestetnék, akkor azokból elővetetik kettő, teszem  $AB$  és  $AC$ , és ezeknek  $AF$  eredőjük az  $ABFC$  egyenköz' betöltése által meghatározottatik. Továbbá: a feltalált  $AF$  eredő következő  $AD$ -vel a lerajzolt  $AFGD$  egyenköz segítségével összetételtvén adandja az  $AG$  átló által kifejezett eredőt, melly  $AB$ ,  $AC$  és  $AD$  erőkkel egyenhatási. Végre  $AG$  erő a még hátralevő  $AE$ -vel  $AGHE$  egyen-

közbe foglaltatik; ennek  $AH$  átlója a választott vonalmértékben az egész adott erőrendszer nagyságát előtűntetendi. Ugyanezen célul rövidebb szerkezéssel is elérhető, t. i. ha  $B$  pontból vonatik  $AC$ -vel egyenközű és egyenlő  $BF$  vonal; azután  $F$  pontból húzatik  $AD$ -vel egyenközű és egyenlő  $FG$ ; továbbá  $G$  pontból  $AE$ -hez egyenközű és egyenlő  $GH$  vonal leiratik; és végre  $GH$  vonalnak  $H$  pontja a támadási  $A$  ponttal  $AH$  vonal által összeköttetik. Ezen utolsó vonal adandja a keresett eredőt mind nagyságra, mind irányra nézve.

210) *Középerő meghatározása hányítás által.* Az egy pontra ható erők eredőjének nagyságát hányítás által pontosabban lehet meghatározni, mint szerkezési uton, ha különben az összetevők

47. rajz.



nagysága, és működési szöglelte ismereteseek. Ugyanis ha  $P$  és  $Q$  erőket képviselő  $AB$  és  $AC$  vonalak (47. rajz) egyenközbe foglaltatnak, megkapható az  $AD$  átló, mely  $R$  eredőnek nagyságát képviselendi. Hogy ennek valódi nagysága pontosan meghatározathassék,  $D$  pontjából eresztessék a  $P$  erő irányára  $DE$  merőleges, lészen:

$$AD^2 = AE^2 + DE^2; \text{ de}$$

$$AE^2 = (AB + BE)^2 = AB^2 + 2AB \cdot BE + BE^2; \text{ tehát}$$

$$AD^2 = AB^2 + 2AB \cdot BE + BE^2 + DE^2; \text{ úgy de}$$

$$BE^2 + DE^2 = BD^2 = AC^2; \text{ és}$$

$$BE = BD \cos DBE = AC \cos BAC; \text{ tehát}$$

$$AD^2 = AB^2 + AC^2 + 2AB \cdot AC \cos BAC;$$

vonalok helyett a képviselt erőket helyettesítvén, és  $BAC$  szöget  $\varphi$ -nek nevezvén lesz:

$$R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \varphi; \text{ és innen}$$

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \varphi};$$

szóval: az egy pontra ható erőknek eredője egyenlő azon négyzetű gyökhöz, mely az összetevők négyzeteinek, és ugyanezen erők a működési szöglet pótkebeléveli kettős szorozatának összegéből adandó.

211) Ezen állítvány minden előfordulható eseteket magában foglal. Ugyanis:

a) Midőn  $\varphi = 0$ , avagy az egy pontra ható összetevők egyirányúak, akkor  $\cos \varphi = 1$ , tehát ezen esetre az előbbi képletből lesz:

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ} = P + Q. \quad \dots \quad (I);$$

azaz: két egyenirányú és egy pontra ható erők eredője azoknak összegével egyenlő.

b) Midőn  $\varphi = 90^\circ$ , avagy a szóban forgó erők egyenes szöglet alatt hatnak, akkor  $\cos \varphi = 0$ , tehát:

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2}. \quad \dots \quad (II);$$

szóval: az egyenes szöglet alatt egy pontra ható erőknek eredője egyenlő az azok négyzeteinek összegéből kivont négyzetes gyökhez.

c) Ha  $\varphi = 180^\circ$ , avagy az egy pontra ható erők ellenirányúak  $\cos \varphi = -1$ ; tehát:

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 - 2PQ} = P - Q \quad \dots \quad (III);$$

azaz: két ellenirányú erők eredője azoknak különzékéhez egyenlő.

d) Végre ha  $P = Q$ , az általános képletből lesz:

$$R = \sqrt{2P^2 + 2P^2 \cos \varphi} = \sqrt{2P^2 (1 + \cos \varphi)};$$

de mivel tudjuk a háromszögtanból, hogy  $\frac{1 + \cos \varphi}{2} = \cos^2 \frac{1}{2} \varphi$ ,

lesz:  $1 + \cos \varphi = 2 \cos^2 \frac{1}{2} \varphi$ ; ezen értéket az eredő kitételében helyettesítvén:

$$R = \sqrt{4P^2 \cos^2 \frac{1}{2} \varphi} = 2P \cos \frac{1}{2} \varphi \quad \dots \quad (IV);$$

azaz: egyennagyságú és egy pontra ható két erőnek eredője egyenlő azon kettős szorozathoz, melly az egyik erőből, és a működési szöglet' felének pótkebeléből keletkezik.

212) *Erőfelbontás szerkezési uton.* A mint egy pontra ható két vagy több erőnek eredőjét szerkezési uton meghatározhatni (209), úgy bármelly egyes erőt két vagy több oldalra ugyanazon uton szétbonthatni. Tudniillik minden vonal, melly bizonyos erő irányát és nagyságát jelenti, úgy tekinthető, mint valamelly egyenköznek átlója; ha tehát körüle mint átló körül egyenköz rajzoltatik, annak két érintkező oldalai a felbontandó erőnek összetevőit fogják képviselni (206). Ekkép a szerkezett egyenköz oldalának mértékében feltalált mellékerőket új egyenközök szerkezése

által ismét más mellékerőkre felbonthatni, és így tovább. Vagy, ha az erőt jelentő vonal valamely háromszög' oldala gyanánt tekintetik, lehet felette a háromszöget kiegészíteni, melynek új oldalai a felbontandó erő' összetevőit képezendik. Ez illy rövid utoni erő-felbontásban többnyire ép szögű háromszöggel élünk, hogy megtudhassuk, bizonyos lapra vagy vonalra ható erőnek mekkora része merőleges, és mekkora egyenközű irányban működik.

213) *Erőfelbontás hányítás által.* Nagyobb pontosság végett sokszor tanácsosabb az erőfelbontást hányítási uton eszközölni. Legyen az  $AD$  (47. rajz 131. lap) vonal általjelentett  $R$  erő, olly irányú  $P$  és  $Q$  oldalerőkre felbontandó, minőket a körüle irt  $ABDC$  egyenköz  $AB$  és  $AC = BD$  oldalai képviselnek. A 208-dik alatti  $b$ ) pont szerint áll:

$$P : Q : R = \sin ADB : \sin BAD : \sin ABD ; \text{innen}$$

$$P : R = \sin ADB : \sin ABD ; \text{tehát } P = \frac{R \sin ADB}{\sin ABD}.$$

$$Q : R = \sin BAD : \sin ABD ; \text{tehát } Q = \frac{R \sin BAD}{\sin ABD}$$

azaz: mindegyik oldalerő egyenlő a középerő, és azon töredék szorozatához, melynek számolója a középerő- és másik oldalerő közötti szöglet kebléből, nevezője pedig az oldalerők közötti szöglet kebeléből áll. Ha a meghatározandó oldalerők közti  $BAC$  szöglet ép, akkor annak  $ABD$  pótlékszöglete is ép szöglet lesz, és így  $\sin ABD = 1$ ;  $\sin ADB = \cos BAD$ ;  $\sin BAD = \cos ADB$ ; tehát ezen esetben az oldalerők értékeik lesznek:

$$P = R \cos BAD \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I),$$

$$Q = R \cos ADB \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (II);$$

azóval: azon oldalerőknek, melyek ép szöglet alatt egy pontra hatnak, egyike egyenlő a középerőnek, és ezen oldalerő mellett fekvő szöglet' pótkebelének szorozatához.

## II. Czikk.

Két pontra ható erők' összetétele.

214) Midőn valamely testnek különböző pontjaira egy síkban fekvő két erő működik, azok eredőjének meghatározásában nem a





tájék felé és egy síkban működő erőknek eredője azoknak összegével egyenlő, s velők ugyanazon tájék felé egyenközű irányú.

216) Mivel  $MAA' \triangle \sphericalangle cCM \triangle$ -hez, és  $NBB' \triangle \sphericalangle cCN \triangle$ -hez, állnak a következő arányok:

$$MA: AA' = cC: CM$$

$$NB: BB' = cC: CN;$$

ezen arányok közép tagjai egymással egyenlők; — mert  $AA = MM' = NN' = BB'$ ; tehát külső tagjaik megfordítva aránylanak; minek következtében:

$$MA: NB = CN: CM, \text{ vagy}$$

$$P: Q = CN: CM;$$

azaz: egyenközű erők eredőjének iránya a megtámadási pontokat összekötő vonalt úgy vágja ketté, hogy részei az összetevő erők nagyságával viszáson aránylanak.

217) A  $P$  és  $Q$  erők (48. rajz) középpontján keresztül azoknak irányára  $EF$  merőlegest húzván, lesz  $ECM \triangle \sphericalangle FCN \triangle$ ; tehát:

$$CF: CE = CN: CM, \text{ minthogy pedig}$$

$$P: Q = CN: CM \text{ (216), lesz}$$

$$P: Q = CF: CE;$$

azaz: egyenközű erők megfordított viszonyban állnak az eredőjük irányának valamelly pontjából tulajdon irányaikra bocsátott merőlegesekkel.

218) A legközelebbi két szám alatt foglalt bizonyítások szerint áll:

$$P: Q = CN: CM = CF: CE; \text{ innen}$$

$P + Q: P = CN + CM: CN: CM = CF + CE: CF: CE$ ; úgy de  $P + Q = R$  (215);  $CN + CM = MN$ ; és  $CF + CE = EF$ ; tehát

$$R: P: Q = MN: CN: CM = EF: CF: CE;$$

azaz:  $R$ ,  $P$ ,  $Q$  erőknek mindegyike egyenesen aránylik az összetevő erők iránya közti vonalnak azon darabjához, melly a másik két erő irányai között létezik.

219) Két egyenközű és külön tájék felé működő erők összetétele. Legyenek ezen  $P$  és  $Q$  nevű erők  $MA$  és  $NB$  (49. rajz) vonalak által képviselve. A nagyobbik  $Q$  tekintessék úgy, mint eredője két egyenközű és egy tájék felé ható erőknek, mellyeknek egyike  $P' = Ma$  az adott kisebbik  $P$  erőhez egyenlő  $M$  pontra,



$$Q - P = R = \frac{P \cdot MN}{\infty} = 0.$$

*meta*

221) Két pontra egy síkban fekvő, de nem egyenközös irányú erők összetétele. Legyen az  $MA$  és  $NB$  (50. rajz) vonalak által képviselt  $P$  és  $Q$  erők támadási pontjait összekötő vonal  $MN$ ; mivel

50. rajz.



ezeknek működésük ugyanaz marad, irányuknak bármelly pontjában alkalmaztassanak azon testre, mellyben  $MN$  vonal létezik, nyujtassanak meg irányvonalait, míg egymást  $c$  pontban nem szegik; azután alkalmaztassanak e  $c$  pontra az említett erők akkép, hogy legyen  $P = MA = ca$ , és  $Q = NB = cb$ . Ennek megtörténtével a két pontra ható erők egy pontra vezettetlek; következéleg credőjük irányát és nagyságát a szerkezett  $cadb$  egyenköz'  $cd$  átlója képviseli; végre  $cd$  átlónak irányát mindaddig megnyujtván, míg valahol  $MN$  vonalt nem vágja, és a vágó  $C$

pontra az credő erőt jelentő  $cd$  vonalt az előbbi irányában ugy alkalmazván, hogy legyen  $cd = CD$ , ezen vonal lészen az credő  $R$  erőnek képviselője,  $C$  pont pedig azoknak középpontja. — Ha  $P$  és  $Q$  összetevőknek nagysága azon  $\varphi$  szöglettel együtt, mellyet a megnyujtott irányaik  $c$  pontban képeznek, adatvák: akkor ezek credőjének nagysága nem különben mint az egy pontra bizonyos szöglet alatt ható erőknél 210-dik szám alatt történt, ezen képlet által is  $R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \varphi}$  általánosan kifejezhető; és a már előadott módon minden előfordullható esetre különösen kiszámítható.

222) Mivel  $ca$ ,  $cb$ , (50. rajz) vonalak  $P$ ,  $Q$  erőket képviselik, áll:

$$P : Q = ca : cb ; \text{ ugy de}$$

$$ca : cb = \sin bcd : \sin acd ; \text{ és}$$

$$\sin bcd : \sin acd = \frac{CE}{Cc} : \frac{CF}{Cc} ; \text{ tehát}$$



$$P: Q = CE: CF;$$

azaz: a ferde összetevők megfordított viszonyban állnak azon merőlegesekkel, melyek az eredőjük irányának bármi pontjából irányaikra bocsáttatnak (208, c).

223) Ha az egyik összetevő péld.  $Q$ ,  $R$  eredővel összehasonlíttatik, áll:

$$Q: R = cb: cd; \text{ de}$$

$$cb: cd = \sin acd: \sin acb, \text{ és}$$

$$\sin acd: \sin acb = \frac{hf}{ch}: \frac{he}{ch}; \text{ tehát}$$

$$Q: R = hf: he;$$

azaz: a ferde összetevők eredője és az egyik összetevő viszáson arányoztak azon merőlegesekkel, melyek a másik összetevő irányának bármi pontjából irányaikra eresztetnek (208, d).

224) A két legközelebbi szám alatt mondottaknak értelmét összevetvén, a két ferde összetevők- és eredőjüket illetőleg következtethetni: *hogy közülök kettő mindig viszáson arányzott azon merőlegesekkel, melyek a harmadik erő irányának bármi pontjából irányaikra bocsáttatnak.*

*I. Jegyzék.* A ferde összetevőkről, és eredőjükről a fönebbi három számban kifejtett arányok' megtekintéséből kitűnik, miszerint azok az összetevők irányaik által képzett szöglettől teljesen függetlenek; állanak azok tehát az esetben is, midőn az  $AcB$  szöglet (50. rajz)  $= 0$ , azaz midőn  $Q$  erő  $N$  támadási pontra,  $P$  erő  $MA$  irányához egyenközös  $NB'$  irányban működik. Miből ismét kitetszik, hogy a ferde irányú erők elméletéből az egyenközös irányuaké is szépen kivezethető. Mi azonban a felfogás könnyítése végett mind a kétféle esetet különösen tárgyalandónak véltük.

*II. Jegyzék.* Ha a két különös pontra ható erők' összetételi módjával valaki kellőleg megismerkedett, akkor sem jövend zavarba, midőn több pontokra működő erők' eredője keresendő. Mert az adott erők irányai, akár egyenközüek akár ferdék legyenek azok, vagy egy síkban fekszenek, vagy nem; ezen utolsó esetben pedig vagy ugyanazon, vagy külön pontok felé irányzottak. Az egy síkban fekvő erők összetétele végett legelőször csak kettőnek eredője kerestetik, és az, miután a mondottak szerint föltalálattott, összetétetik a harmadikkal é. i. t. míg végre mindannyiak helyett egy eredő nem nyeretik. A nem egy síkban fekvő, de ugyanazon pont felé irányzott erők összetétele szintén könnyen véghezvihető; mert azok között mindenkor találni kettőt, melyek egy-síkbeliek s annakokáért a mondottak szerint összetétethetők; az ezekből származott eredő egy másikkal ismét egysíkbeli leend; tehát avval ujonnan összetétethető, és így tovább, míg mindannyian nem egyesítettek. Ha pedig az adott erők sem nem mindannyian fekszenek egy

síkban, sem nem mindannyian egy pont felé irányzottak, akkor azoknak számát az egysíkbeliek összetételével kisebbíthetni ugyan, de végképen őket egy erőre összevonni semmikép sem lehet. Ezekről bővebb ismeret végett lásd: *Brewer's Lehrbuch der Statik der fester Körper 1829.* — *Eytelwein's Handbuch der Statik der fester Körper 1832.* — *Bresson's Lehrbuch der Mechanik aus dem Französischen 1842.*

## II. FEJEZET.

### A nyugvás, vagyis az erők egyensúlya.

(*Nyugtan = Statica.*)

225) Azon erők mondatnak egyensúlyban lenni, melyek valamely testre gyakorlott hatásaikat teljesen megsemmítik. Az egyensúlyban létező erők tehát semmiféle testben mozgást nem okozhatnak, minek következtében állíthatni róluk, hogy hatásuk összege semmihez egyenlő. A kellő rend fentartása végett előbb az egy pontra, azután a külön pontokra ható erők egyensúlyáról értekezendünk.

## I. Czikk.

### Az egy pontra ható erők egyensúlya.

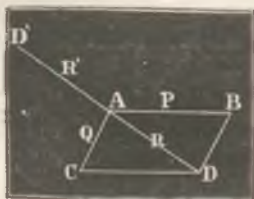
226) Az erők egyensúlyának főnebb adott értelménél fogva az egy pontra ható erők egyensúlya e következő elveken alapúl:

a) Egy magánosan ható erő sohasem lehet egyensúlyban, vagyis olyan test, melyre csak egy erő működik, nem lehet nyugvási állapotban; mert semmi más erő nem tétetik föl, mely hatását semmihez egyenlővé tehetné.

b) Egy pontra ható két erő csak akkor lehet egyensúlyban, midőn azok egynagyságuak és ellenirányuak; mivel csak ezen föltételek alatt semmíthetik meg egymás hatását (198, b).

c) Két ép szögletnél kisebb szöglet alatt működő két erő egymást egyensúlyi állapotba nem teheti; mert illy erőknek mindig van valamely nagyságú eredőjük; és így egy erő gyanánt tekinthetők (a). Ha tehát egyensúlyba hozandók volnának, akkor támasztási pontjokra egy harmadik erő alkalmazandó, mely nagyságára nézve a szöglet alatt működő erők' eredőjével egyenlő, irányára

nézve pedig avval ellenkező (b). Így  $A$  pontra (51 rajz) ható  $P =$   
51. rajz.



$AB$  és  $Q = AC$  erőket csak az  $R = AD$  eredőjükkel ellenirányú és egyenlő  $R' = AD'$  erő tarthatja egyensúlyban. Minthogy  $ABDC$  egyenközben  $AC = BD$ ;  $ABD$  háromszög oldalai  $P$ ,  $Q$  és  $R$  erőket képviselik; tehát áll:

$$P : Q : R = AB : BD : AD, \text{ vagy}$$

$$P : Q : R = \sin ADB : \sin BAD : \sin ABD ;$$

de  $R = R'$ ; és  $\sin ADB = \sin DAC = \sin D'AC$ ;

szintén  $\sin BAD = \sin BAD'$ ; és  $\sin ABD = \sin BAC$ ; tehát:

$$P : Q : R' = \sin D'AC : \sin BAD' : \sin BAC ;$$

azaz: az egy pontra ható s egymásközt egyensúlyt tartó három erőnek mindegyike egyenesen aránylik a másik két erő irányától képzett szögletnek keblével.

d) A c) pont alatti elvből továbbá következik, hogy három vagy több egy pontra működő erők csak akkor lehetnek egyensúlyi állapotban, midőn közülök mindegyik magánosan egyenlő és ellenirányú a többiek eredőjével, mivel ezen föltétel alatt, az említett erők bármennyien legyenek is, két egyenlő és ellenirányú erők gyanánt tekintendők, melyek a b) alatti elv szerint egymást megsemmítik. Ha pedig valamely erőrendszerben az említett körülmény hiányzik, az egyensúly eszközlése végett abba még egy, s különösen mindannyi erők eredőjével egyenlő és ellenirányú erő leszen beiktatandó; ennek hatása a többi erőből származott ellenhatást egyensúlyban tartandja.

## II. Czikk.

Két vagy több pontra ható erők egyensúlya.

227) Azon megtámadási pontok, melyekre valamely testben külön erők alkalmaztatvák, majd változatlan összeköttetésben, egy merevény vonal (rud), vagy változékonyban igen hajlékony vonal (zsineg vagy kötél) által, jelenhetnek meg. Az egyensúlyt illető körülmények mindegyik esetre nézve különösen lesznek tárgyalandók.

## I. §.

### *Merevény vonal által összekötött pontokra működő erők egyensúlya.*

228) A merevénynek gondolt vonal külön pontjaira működő erők egyensúlya e következő elvek szerint eszközölhető:

a) Két erő között, melyek a merevény vonalnak külön pontjaira működnek, egyensúly csak úgy lehetséges, ha azok egymással egyenlők, és a vonal irányában egymás ellen működnek; mert ily erők annyiba vehetők, mintha az említett vonalnak csak egy pontjára működnének (198, a), és így egymás' hatását megsemmítik (198, b). Ha pedig a vonal irányában működő erők egyike nagyobb, egyensúly eszközölése végett a kisebbik, azoknak különzékéhez egyenlő és ellenirányú erővel nagyobbítandó.

b) Támadási pontokat összekötő vonal irányán kívül működő két erő egymással egyensúlyt tartani nem képes; mert vagy van eredőjük, vagy nincs; ha van, egy erő gyanánt tekintendők; ha nincs eredőjük, akkor a féle egyenközűekhez tartozók, melyeknek egyike a másikhoz egyenlő, de mindegyike külön tájék felé működik, és így az említett vonalban forgó mozgást okoz. Olly két erő tehát, melynek van eredője, az eredővel egyenlő és ellenirányú erő alkalmazásával: amollyan két erő pedig, melynek nincs eredője, csak a mindegyikök ellen különösen irányzott egyenlő erők segédelmével tétethetik egyensúlyi állapotba.

c) Három vagy több bármely irányu s külön pontokra ható erők tarthatnak egymásközt egyensúlyt, de csak azon esetben, midőn közülök mindegyik egyenlő és ellenirányú a többiből származandó eredővel. Ezen körülmény nem létezésében az egyensúly előállítása csak egy rajonnan alkalmazandó erő által történhet, mely nagyságra a mindannyi erők eredőjével egyenlő, irányra pedig avval épen ellenkező.

d) Midőn a merevény vonal több pontjaira ható erők egymásközt egyensúlyban nincsenek, és egy eredőre össze nem vonhatók, szélszerű felbontások és összetételek által vonassanak össze olly kevés erőre, a mennyire csak lehet. Ha ezen erők mindegyikének különösen egyenlő erő ellene tétetik, beáll az egyensúlyi állapot.

229) *Egyensúlyban létező erők nyugtani nyomatéka.* A merevény *AB* vonal (52. rajz) külön pontjaira ható *P, Q, R* erők egyen-



sulya éppen nem háboríttatik, ha a  $P$  és  $Q$  erők középpontjából  
52. rajz.



a velök egyensúlyt tartó  $R$  eredő elvétetik, és  $C$  pont erősen állóvá tétetik, azaz *támaszszal* (hypomochlion) láttatik el; mert ezen támasz ellenállása éppen úgy működend  $C$  pontra, valamint előbb  $R$  erő működött. Ha ezen változás megtörtént, akkor  $P$  és  $Q$  erők  $AB$  vonalt működésük irányá-

ban, tehát ellenkező irányokban  $C$  pont körül megfordítani törekszenek; azon hatás, melyet egyik erő a másik ellen egyensúlyi állapotban gyakorol, azok *nyugtani nyomatékának* nevezhető. Minthogy tehát a nyugtani nyomaték nem egyéb mint az illető erők' hatása, világos: hogy annak a többi körülmények egyenlősége mellett az erők nagyságához szükségképen arányosnak kell lenni. Ha tehát  $P$  és  $Q$  erőknek nyugtani nyomatékaik  $M$  és  $m$  betűkkel jelentetnek, álland:

$$M : m = P : Q \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\alpha).$$

Továbbá mivel  $P$  és  $Q$  erőkkel  $R$  erő egyensúlyban vagyon, ez azoknak eredőjével egyenlő (228. c); ha tehát irányának valamely pontjából, például  $C$ -ből  $P$  és  $Q$  erők irányaira  $CA = p$ , és  $CB = q$  merőlegesek, vagyis a nevezett erőkre vonatkozó támaszponttói távolságok vonatnak, leend:  $P : Q = q : p$  (217); de ebből az tetszik ki, hogy az egyensúly tartására  $P$  erő támaszponttói távolságának  $p$ -nek annnyival kisebbnek kell lenni  $q$ -nál, a mennyivel  $P$  erő nagyobb  $Q$  erőnél; tehát az egyensúlyt tartó erőknek egymás iránti hatása, vagyis nyugtani nyomatéka nemcsak azoknak általános nagyságától, hanem a támaszponttói távolságuktól is függ. Ennélfogva áll:

$$M : m = p : q \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\beta).$$

Vége  $(\alpha)$  és  $(\beta)$  arányokat a szokott módon összetevén leend:

$$M : m = Pp : Qq;$$

ebből, ha  $m = 1$ ,  $Q = 1$ ,  $q = 1$ -hez, leszen:

$$M = Pp \quad . \quad . \quad . \quad (1);$$

azaz: minden erőnek nyugtani nyomatéka egyenlő azon szorzathoz, melly magából az erőből, és annak támaszpontjától távolságából keletkezik.

230) A merevény  $AB$  vonal (52. rajz) külön pontjaira ható  $P$ ,  $Q$ ,  $R$  erők egyensúlyi állapota akkor sem háboríttatik midőn a

bármennyire meghoszbitott  $AB$  vonalnak nem  $C$  hanem valamely más pontja, például  $O$  mozdulatlaná tétetik. Ha a nevezett erőknek  $O$  támaszponttól távolságát hasonló, de kisebb betűkkel jelentjük, egyenkénti nyomatékuk leszen  $Pp$ ,  $Qq$ ,  $Rr$ , s közülök mindegyik tulajdon nyomatékának nagyságával  $OB$  vonalt  $O$  támaszpont körül megfordítani törekszik; de mivel együttvéve egyensúlyi állapotot eszközölnek, hatásaik egymást megsemmisítik, s ennekokáért nyomatékaiknak betűvetési összege semmihez egyenlő, azaz  $Pp + Qq - Rr = 0$  (225); innen

$$Pp = Rr - Qq; \text{ és}$$

$$Qq = Rr - Pp; \text{ és}$$

$$Rr = Pp + Qq \dots (II);$$

azaz: az egymást sulyegyenlő erők rendszerében mindegyik erőnek nyugtani nyomatéka, a többi erők nyugtani nyomatékaiknak betűvetési összegéhez egyenlő.

*Jegyzék.* Mikép az egyensúlyozó erők nyomatékainak betűvetési összege képletben kellőleg kitétéssék, tudni kell: hogy ha azon erők' nyomatékai, melyek az egész adott vonalnak akár valódi, akár csak önkénytesen fölvelt támaszpont körüli megfordításában egymást segítik, + jegyűeknek iratnak, akkor ezen erőket az említett megfordításban gátoló erők nyomatékai a fölcendő képletben ellenkező, azaz — jegyűek lesznek.

231) *A nyugtani nyomatékok egyenletének használata.* Az erők nyomatékainak egyensúlyi állapotban fennálló egyenletéből, körülményekhez képest bármelyik ismeretlen erőt könnyű hányítás által meghatározhatni, ha a többi erők nyomatékain kívül a keresett erőnek a létező vagy fölvelt támaszponttól messzesége is adatik; avagy bármelyik erőnek támaszponttól távolságát kiszámíthatni, ha annak nagyságán és irányán kívül a többieknek nyomatékai adatvák. Így például ha az  $AB$  vonalnak (52. rajz)  $c$  pontjában támaszpontot képzelünk,  $P$  és  $Q$  erők egyensúlyi állapotában lesz:  $Pp - Qq = 0$ , (230) vagy  $Pp = Qq$ ; innen

$$P = \frac{Qq}{p}; \quad Q = \frac{Pp}{q} \dots (III);$$

$$\text{és } p = \frac{Qq}{P}; \quad q = \frac{Pp}{Q} \dots (IV);$$

Ha ugyanazon 52. rajzban  $P$ ,  $Q$  és  $R$  erőket előbbi támadási pontjaikban meghagyván  $OB$  vonal  $O$  pontját támaszpont gyanánt tekintjük, egyensúlyi állapotban lesz:

$$Pp + Qq - Rr = 0; \text{ vagy } Pp + Qq = Rr; \text{ innen}$$

$$P = \frac{Rr - Qq}{p}; Q = \frac{Rr - Pp}{q}; R = \frac{Pp + Qq}{r} \dots \dots (V);$$

$$\text{és } p = \frac{Rr - Qq}{P}; q = \frac{Rr - Pp}{Q}; r = \frac{Pp + Qq}{R} \dots \dots (VI);$$

miből kitetszik hogy: az egyensúlyt tartó erők mindegyike egyenlő azon jelentett hányadoshoz, melynek számolóját a többi erők nyugtani nyomatékuinak betüretési összege, nevezőjét pedig a keresett erőnek a támaszponttól távolsága teszi. És mindegyik erőnek támaszponttól messzesége egyenlő azon jelentett hányadoshoz, melynek nevezőjét a többi erők nyugtani nyomatékuinak betüretési összege, nevezőjét pedig azon erő teszi, melynek a támaszponttól messzesége kerestetik.

232) Sőt midőn egy bizonyos hosszúságú  $AB$  vonalra (52. rajz)  $P$  és  $Q$  erők alkalmazvák,  $Pp = Qq$  egyenlet által az egyensúly létrehozására szükséges támaszpont helyét is feltalálhatni; mert ezen egyenletből következő arány keletkezik:

$$P: Q = q: p; \text{ ez pedig emerre változtatható}$$

$$P + Q: Q = q + p: p; \text{ de } q + p = AB; \text{ tehát}$$

$$P + Q: Q = AB: p; \text{ innen}$$

$$p = \frac{Q \cdot AB}{P + Q} \dots \dots (VII);$$

azaz: a keresett támaszpontnak egyik erő támadási pontjától veendő messzesége egyenlő a másik erő, és adott vonal szorozatának az erők összegéveli elosztásából kijött hányadoshoz.

## II. §.

*Igen hajlékony vonal (kötél) által összekapcsolt pontokra működő erők egyensúlya.*

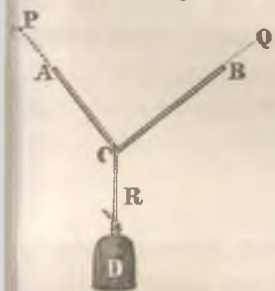
233) Midőn valamely hajlékony kötélt vagy láncz külön pontjaira erők működnek, e következő két eset adja magát elő; t. i. vagy kettő az erő, melyek a tekintetbe vett kötélt végső pontjaira alkalmazvák, vagy több; melyeknek ketteje a végső, többi pedig a közbeeső pontokra működik.

a) Két egyenlő és a kötélt végső pontjaira ellenkező irányban alkalmazott erő egyensúlyban áll; mert ezek a kötelet tulajdon irá-

nyukba kifeszítvén úgy tekinthetők, mintha csak egy pontra gyakorolnák hatásaikat, és így tehát egymás' hatását az eszközzendő mozgásra nézve megsemmítik (198, b); de ezen egyensúlyi állapotban a kötélt csak akkor feszülést szenved, melly az egyik erő nagyságához egyenlő; mert nem változik az említett feszülés, ha a kötélt egyik végpontja teszcm egy szeg által mozdulatlanul megfeszítetik, s azután a ráható erő onnan elmozdítatik; már pedig akkor a kötélt csak egy erő hatásával feszítetik. — Ha pedig a kötélt végpontjaira két egyenlőtlen erő hat, azok egymást egyensúlyban nem tarthatják, hanem a kötelet nagyságuknak különzékéhez egyenlő erővel a nagyobbik erő irányában mozdítandják, és a kisebb erő' nagyságával feszítendik; mert ha meggondoljuk, hogy a nagyobbik erő a kisebbik' és a különzék erők összegével egyenlő, énkényt világos, miként a kisebbik erő magával egyennagyságú erőt a nagyobbikból lerontván csak a kötélt' feszülését okozza, a nagyobbikból fennmaradott erő rész pedig annak mozgását létesíti, nélkül hogy feszítésére legkevesebbé is működnek.

b) Ha  $ACB$  kötélt (53. rajz) végpontjaira  $P$  és  $Q$  erők,  $C$  pontjára pedig  $R$  erőt képviselő  $D$  súly működnek, és egymásközt

53. rajz.



egyensúlyt tartanak, az eddig mondotaknál fogva bizonyos, hogy: 1) a kötélt  $AC$  része  $P$  erő irányában,  $BC$  része pedig  $Q$  erő irányában fekszik (a). 2) Mind a három erő iránya egy síkban létezik (203, a). 3)  $AC$  kötélrésznek feszülése  $P$  erőhez,  $BC$  kötélrész feszülése pedig  $Q$  erőhez egyenlő (a). 4) Ezen három erőnek mindegyike egyenesen aránylik a másik két erő irányától képzett szögletnek keblével (226, c), azaz:

$$P : Q : R = \sin BCD : \sin ACD : \sin ACB ;$$

mert ezen erők épen olyanok, mintha mindannyian  $C$  pontra közvetlenül működnének. E szerint tehát minél nagyobbak az  $ACD$  és  $BCD$  szögleteknek megfelelő keblek,  $ACB$  szöglet' keblénél, annál nagyobbak lesznek  $P$  és  $Q$  erők is  $R$  erőnél, és megfordítva.

234)  $ACB$  (53. rajz) kötéltre ható  $P$ ,  $Q$  és  $R$  erők egyensúlyba és az  $AC$  és  $BC$  kötélrészek feszülése nem szenved változást,



ha  $P$  és  $Q$  erők támadási pontjaik t. i.  $A$  és  $B$  bármilyen módon mozdatlanokká tételnek, a reájok ható erők pedig elmellőztetnek; de ennek megtörténtével már csak  $R$  erő hat a kötéltre; tehát ezen egy erő is éppen annyira feszíti az  $AC$  és  $BC$  kötélrészeket, amennyire előbb a másik két erő együtt működtével feszültek. Mint-hogy pedig ugyanazon feszülésnek eszközzésére  $R$  erőnek annál kisebbnek kell lenni, minél nagyobbak az  $ACD$  és  $BCD$  szögletek keblei, az  $ACB$  szöglet' keblénél, következik: hogy ha az  $ACD$  és  $BCD$  szögletek' keblei a lehetőségig nagyobbíttatnak, akkor az  $ACB$  szöglet keblének a lehetőségig kisebbednie kell, mi csak akkor történend meg, midőn  $ACD$  és  $BCD$  szögletek  $90$  fokúakká,  $ACB$  szöglet pedig  $180$  fokúvá változott, és ekkor  $P$  és  $Q$  erőknél végtelenül kisebb  $R$  erő is az előbbi kötélfeszülést okozandja.

235) Továbbá, ha  $ACB$  kötélnék (53. rajz)  $B$  pontja mozdatlanná tételik, meghagyván az  $A$  és  $C$  pontjaira működő  $P$  és  $R$  erőket, a legelső esetben (233) föltételezett egyensúly nem háboríttatik meg; tehát állni fog:

$$P : R = \sin BCD : \sin ACB ; (233, b) ;$$

már most ha  $R$  nagysága megmaradván  $P$  erő folytonosan nagyobbodik, nagyobbodni fog  $BCD$  szöglet' keble is,  $ACB$  szögleté pedig kisebbedni, míg végre az előbbi  $90$  fokú, az utóbbi  $180$  fokú szöglet' kebelévé válik; de ezen esetre az imént föltett arány e következőre változik:

$$P : R = 1 : 0, \text{ innen}$$

$$P = \frac{R}{0} = \infty, \text{ és}$$

$$R = 0 ;$$

azaz: *olly erőnek, melly a kötelet tökéletesen fekkentes irányban feszítené, végtelenül nagyobboknak kellene lenni a kötéltre akasztott súlynál; és így a kötélnél önsúlyánál is.*

236) Végre az  $ACB$  kötélnél külön pontjaira működő erők hatása még akkor sem változik, ha a köztök létező kötéldarabok merevény rudakkal akkép pótoltnak, miszerint ezen rudak az erők támadási  $A$ ,  $C$ ,  $B$ , pontjaik körül mozgékonyak maradjanak. Ha az illy rudszerkezetnek  $A$  pontja (54. rajz) mozdatlanná tételik,  $C$  pontja pedig  $R$  erő által  $DC$  irányban tolatik, az előbbi szám alatt bebizonyítottak után  $B$  pont annál nagyobb nyomást okoz lefelé

54. rajz.



az alája helyezett tárgyra, minél nagyobb  $ACD$  szöglet' kebele az  $ACB$  szöglet' kebelénél, elannyira, hogy  $AC$  és  $BC$  rudak egy irányba jötteknél a  $B$  pontra gyakorlott nyomás már hasonlíthatlanúl felülmulja a nyomó  $R$  erő' nagyságát. Ezen rudszerkezet közéletben *könyök emeltyű* név alatt ismeretes, s különösen a nyomdákban és egyéb sajtoló erőműszerekben nagy sikerrel használtatik.

### III. FEJEZET.

#### A mozgásról.

(*Moztan = Phoronomia*).

237) A mozgás nem egyéb, mint az elfoglalt helynek változtatása. Ennek tárgyalásában különösen tekintetbe veendő:

a) Az erő, mely a mozgást létesíti; az erőtanban ez már legendőleg tárgyalatott.

b) A mozgó testtől megfutott *tér* vagy *út*. Ezt azon vonal menti, melyet a testnek tekintetbe vett egy pontja ír le, és hüvelyekben, lábokban, ölekben, vagy mérföldekben szokott kifejezteni.

c) A mozgás *iránya*. Ezt, ha a mozgó test' utja egyenes, az az jelentő vonal mutatja; ha pedig görbe, akkor a mozgás iránya tüntelen változik, és a görbe utnak minden pontjában az illető érintő vonal által jelentetik.

d) A mozgás *ideje*, melynek lefolyta alatt a mozgó test tekintetbe vett útját megteszi. Ezt másod és első percekben, órákban és napokban szokás számítani.

e) A mozgás *sebessége*. Ennek fogalma a megfutott térnek, az alatt elfolyt időnek összehasonlításából születik. Minél nagyobb út, minél kisebb idő alatt fut meg a test, annál nagyobb a sebessége. Midőn a sebesség változatlan, annak mértékeül azon út

hosszasága szolgál, melyet a test egy m.percz alatt tesz meg, midőn pedig változó, akkor az út bizonyos pontjában létező sebességet azon út nagysága méri, melyet a test m.percz alatt megfutna, ha azon bizonyos pontban létező sebességét nem változtatná.

238) *A mozgás különféle nemei.* A mozgás különböző tekintetekből többféleképp szokott felosztatni. Így:

a) A mozgást okozó erőre nézve *egyszerű* vagy *összetett*, a mint vagy egy, vagy több erők által eszközöltetik.

b) Útra nézve *haladó*, midőn a test az általa megfutott útra többé vissza nem tér; és *lengő*, ha a test a megfutott útra időszakra kilag ismét visszakerül.

c) Irány tekintetéből *egyenes*, t. i. ha irányát nem változtatja, különben *görbe*.

d) Végre sebességét illetőleg *egyenletes*, mellyben a test sebességét az egész mozgás ideje alatt nem változtatja, s ennél fogva egyenlő idők alatt egyenlő utakat fut meg; különben *egyenletlen*. Ez vagy *sebesedő* vagy *lassúdó*; és mind az, mind emel *egyenletesen* olyan, ha a test sebessége az idő növekedtével egyaránylag nagyobbodik, avagy kisebbedik; különben pedig *egyenletlenül* sebesedő vagy lassúdó.

## I. Czikk.

### A z e g y s z e r ű m o z g á s r ó l.

239) Az egyszerű mozgás csak egy erő által, melly vagy pillanati, vagy folytonosan működő, eszközöltetik. Ennek irányát mindig ugyanaz marad, mert egy erő a testben csak egyirányú mozgást okozhat; de sebessége az erő minőségéhez képest különböző lehet. Nevezetesen a pillanati erő által létesített mozgás *egyenletes*, minthogy a pillanati erő által mozgásba hozott test tehetlensége miatt a vele közlött sebességet változatlanul megtartja. A folytonosan működő erő által létrehozott mozgás pedig *sebesedő*, nevezetesen: ha a folytonosan működő erő nem változókonv, hanem állandó, akkor a mozgás *egyenletesen sebesedő*; mert az állandó erő minden egyenlő nagyságú idők lefolyta alatt az előbbi időkben létrehozott sebességet egyenlő sebességgel növeszti. El-

ben ha valamely egyenletes mozgás sebessége egy ellenirányú állandó erő hatása által kisebbítettik, akkor az *egyenletesen lassú* mozgás áll elő.

## I. §.

### *Az egyenletes mozgásról.*

240) *Az egyenletes mozgás törvényei.* Ezek könnyen feltá-  
rhatók, ha legelőször is az egyenletes mozgású test által bizonyos  
idő alatt megfutott tér kellően kifejeztetik. Legyen e végre a  $T'$   
időben  $V$  sebességgel megteendő út vagy tér  $S$ . — Minthogy az  
egyenletes mozgás  $V$  sebessége nem egyéb mint egy m.percz alatt  
megfutott tér (237, e): az egész megfutott tér lesz a  $T'$  időt tevő  
másodperczekek számának vagyis  $T'$  időnek az egy m.percz alatt  
megfutott térrel, azaz  $V$ -vel történendő szorozatához egyenlő:  
tehát:

$$S = VT' \quad . \quad . \quad . \quad (I), \text{ és innen}$$

$$V = \frac{S}{T'} \quad . \quad . \quad . \quad (II), \text{ és}$$

$$T' = \frac{S}{V} \quad . \quad . \quad . \quad (III);$$

azaz: *egyenletes mozgásban a megfutott tér egyenlő a sebesség' és  
idő szorozatához; a sebesség egyenlő az idővel elosztott térhez;  
az idő pedig egyenlő a sebességgel elosztott térhez.*

*Jegyzék.* Többféle fejteményekről, mellyek ezen képletek útmutatása  
után könnyen feloldhatók, annak idejében előszóval.

241) Ha e kitétel  $S = VT$  más esetre alkalmazva különbség  
végett kisebb betűkkel jelentetik, lesz:  $s = vt$ ; ezen két egyenlet  
pedig a következő arányokat adja:

$$a) \quad S : s = VT : vt;$$

azaz: *különböző nagyságú időkben különböző sebességgel megfutott  
terek idejöknek és sebességeknek szorozatával arányosak.*

$$b) \text{ Ha } V = v \text{ áll: } S : s = T : t;$$

azaz: *egyenlő sebességgel, de külön nagyságú idők alatt, megfutott  
terek az időkkel egyenes arányban állanak.*

$$c) \text{ Ha } T = t \text{ áll: } S : s = V : v;$$

azaz: *egy idő alatt de különböző sebességekkel megfutott terek se-  
bességeikhez egyenesen arányzottak.*



d) Végre ha  $S=s$ ; lesz:  $VT=vt$ ; és innen

$$V: v = t: T;$$

azaz: *egyenlő utakat megfutó testek sebességei viszásan aránylanak az időikkel.*

*Jegyzék.* Hogy ezen, és utóbb előforduló arányok, bármelyik tagjuk értékének meghatározására használhatók, ha a többi három tagjuk adva legyen, magától értetődik.

242) *A pillanati erő nagysága és a mozgás' nagysága.* Minthogy a mozgást létesített erőnek nagyságát csak a mozgás' nagyságából ítélhetni meg, legelőször is ez leszen meghatározandó. A mozgás nagysága által azon hatás értendő, melyet a mozgásba hozott test egy más útjában álló testre gyakorol. Már pedig világos: miként két egyentömegű testek közül egyik annyszor nagyobb hatást gyakorol, mennyiszor nagyobb sebessége a másik' sebességénél; tehát, ha az összehasonlított mozgási nagyságokat  $Q$  és  $q$ , és az illető sebességeket  $V$  és  $v$  jelenti, lesz:

$$Q: q = V: v.$$

Továbbá még az is világos: miszerint két egyensebességű testek közül egyik annyszor nagyobb hatást gyakorol, mennyiszor nagyobb tömege a másik test' tömegénél; tehát, a különböző tömegeket  $M$  és  $m$  betűkkel jelentvén lesz:

$$Q: q = M: m.$$

E két arálynak szokott módon történendő összetételéből emez következik:

$$Q: q = MV: mv;$$

ha tétetik

$$q = 1; m = 1; v = 1; \text{ lesz:}$$

$$Q = MV \quad . \quad . \quad . \quad (IV);$$

azaz: *a mozgás nagysága, melly mozgani nyomatéknak is mondatik, egyenlő a mozgásba hozott test' tömegéből és sebességéből eredett szorozathoz.* De a mozgás nagysága mértékeül szolgál a mozgást létesítő pillanati  $P$  erőnek, tehát:

$$P = MV \quad . \quad . \quad . \quad (V);$$

azaz: *a pillanati erő nagysága is egyenlő a mozgásba hozott test tömegéből és sebességéből keletkezett szorozathoz.*

Ha az előbbi egyenletben  $V$  által jelentett sebesség a 240. szám alatti (II) képlet szerint a megfutott tér és idő értékében fejeztetik ki, lesz:

$$P = \frac{MS}{T} \dots (VI);$$

vagyis: a pillanati erő nagysága még egyenlő azon hányadoshoz, mely a tömeg és megfutott tér' szorzatának az idővel elosztásából keletkezik.

Jegyzék. a) A mozgás nagyságának képletéből (IV) könnyű átlátni: miért gyakorolhatnak nagy tömegek, például terhelt hajók, vagy nagy jég-táblák csekély sebességök mellett is roppant nyomást az ellentálló tárgyakra; és miért olly rontók még a kisebb tömegű golyók is, ha nagy sebességgel hajtattak.

b) A pillanati erő nagyságának (V) képletéből kitetszik: miért kíván-  
tatik annál nagyobb erő, minél nagyobb a mozdítandó tömeg és a vele köz-  
lendő sebesség.

c) A (VI) képletből érthetni, hogy az erőnek annyival nagyobbnak  
kell lenni, mennyivel nagyobb tömeg, mennyivel hosszabb úton, és mennyi-  
vel rövidebb idő alatt mozdítatik.

d) Továbbá mivel a (VI) képletből áll: ezen egyenlet is:  $PT = MS$ ,  
önkényt világlik, miként  $M$  tömegnek  $S$  téren mozdítására az erőn kívül idő  
is kívántatik;  $s$  mivel ezen egyenlet nem változik ha  $P$  olly viszonyban kiseb-  
bedik, millyenben  $T$  növekszik, az is kitünik: hogy egy hosszú ideig mű-  
ködő kis erő akkora mozgási mennyiséget eszközölhet, a mekkorát egy nagy,  
de igen rövid ideig működő erő, és végetlen kis ideig működő erő csak vé-  
getlen kis mozgást hozhat létre. Így például ha a puskából kilőtt golyó egy,  
sarka körül igen mozgékony tárt ajtóba ötlök, azt átütvén meg sem rendíti,  
bár mozgásának nagysága az ajtó-beesukásra is több mint elegendő volna,  
ha több ideig működhetnék. Egy fenyőfa-pálcza két fekmentesen kifeszített  
lőszőrre, vagy két üveg-pohárra tétetvén, ha közepe táján erősebb bottal,  
nagy sebességgel megütetik, eltörik a nélkül, hogy a lőszőrök elszakadná-  
nak, vagy a poharak széttuzatnának; mi minden bizonynyal megtörténend,  
ha az ütés kisebb sebességű, tehát hosszabb időig tartó; mert akkor már a  
mozgás a lőszőrökkel is közölthetetik. Egy darab fagygyú-gyertya puskából  
kilöve az ajtón, minekelőtte széttüredne, keresztülmegy; és egy üveg-  
táblán keresztüllőtt golyó gömbölyű lyukat csinál, a nélkül hogy az összetö-  
retnék. Ha egy fejszének, melyet nyelénél fogva levegőben tartasz, nyelét  
kalapácsal jól megütöd, azt a fejszébe mélyebben hajtottad; mert a nyélben  
eszközöltetett mozgás, idő rövidege miatt, a fejsze tömegével nem közöl-  
tethetett. A kocsin vagy hajón szabadon álló embernek teste hátra dől, ha a  
kocsi vagy hajó hirtelen megindítatik; ellenben előre bukik, ha a hajó  
parthoz ütődik, a kocsi pedig valamely akadály által futásában hirtelen meg-  
gátoltatik. A palaczk szája fölött egy kártyára helyezett pénz a palaczkba  
esik, mihelyt a kártya alóla kirántatik. Az irnedvbe mélyen mártott tollból  
hirtelen fölemelés által a fölösleg irnedv kiszökik; s. t. b. i.

243) Mivel mind  $P$  mind  $Q = MV$ -hez (242),  $Q$  is  $= P$ -hez;

azaz: a mozgás nagysága nem egyéb mint erő; ennek okáért valamely test mozditására nemcsak az állatokban és más testekben rejlő erők, hanem a mozgásban létező tömegek is alkalmazhatók; valamint ezt a czölöpverőmükben, folyóvíz s szél által hajtott malmokban, ágyuból kilöketett golyókban tapasztalhatni. — Midőn tehát valamely mozgó test más testbe ütközik, arra erő gyanánt *hat*; azaz tehetlenségénél fogva mozgási állapotában megmaradni ügyekezvén, amazt utjából elmozdítani iparkodik, és így mindaddig mozgást közöl vele, míg a két testnek egyenlő sebessége nem leend. Ellenben az ütött test tehetlensége miatt előbbi állapotát megtartani törekedvén az ütő testre *visszahat*; azaz mozgását kisebbíti, s pedig épen azon mozgási nagysággal, melyet az ütött test az ütőtől kapott. Ez történik bármely más erővel is, melyet az ütköző test mozgási nagysága helyett működni képzelünk. Így tehát minden erőre nézve, a *hatással mindenkor ellenes és egyenlő a visszahatás*.

244) A 242 szám alatti (V) képletet két különböző  $P$  és  $p$  erőkre alkalmazván, lesz:

$$P = MV, \text{ és } p = mv; \text{ honnét}$$

$$P: p = MV: mv; \text{ és innen}$$

$$V: v = \frac{P}{M}: \frac{p}{m}; \text{ vagy}$$

$$M: m = \frac{P}{V}: \frac{p}{v};$$

ha  $M = m$ , lesz:

$$,, V = v ,,$$

$$,, P = p ,,$$

$$P: p = V: v$$

$$P: p = M: m$$

$$MV = mv, \text{ és innen}$$

$$V: v = m: M;$$

Hasonlóképen a (VI) képlet szerint két különböző pillanati erők értékét kifejezvé, lesz:

$$P = \frac{MS}{T}, \text{ és } p = \frac{ms}{t}; \text{ és ebből}$$

$$P: p = \frac{MS}{T}: \frac{ms}{t}; \text{ innen}$$

ha  $M = m$ , lesz:

$$P: p = \frac{S}{T}: \frac{s}{t};$$

ha  $S = s$ , lesz:

$$P: p = \frac{M}{T}: \frac{m}{t}$$

„  $T = t$  „

$$P: p = MS: ms$$

„  $MS = ms$  „

$$P: p = t: T$$

„  $P = p$  „

$$\frac{MS}{T} = \frac{ms}{t}, \text{ honnét}$$

$$M: m = \frac{s}{t}: \frac{S}{T}, \text{ és}$$

$$S: s = \frac{m}{t}: \frac{M}{T}$$

$$T: t = MS: ms$$

ha  $M = m$ , lesz:

$$T: t = S: s$$

„  $S = s$  „

$$T: t = M: m$$

„  $T = t$  „

$$M: m = s: S.$$

Ezen arányok, ha értelmük szóval, valamint ez a 241-dik szám alatt történt, kifejeztetik: az egyenletes mozgásnak ugyanannyi törvényét tüntetik elő.

245) Az egyenletes mozgás törvényei bármely egyenletlen mozgásra is alkalmazhatók, ha az csak végetlenül kis időre vétetik tekintetbe. Mert végetlenül kis idő alatt akármely nagy erő csak végetlenül kis sebességet idézhet elő, ez pedig a testben már létező határozott sebességet érezhetőleg nem módosíthatja; tehát az egyenletlenül mozgó test végetlenül kis idő alatt úgy tekinthető, mintha egyenletes mozgást tenne. Ugyanezen oknál fogva következtethetni, hogy bármely görbe mozgás is végetlen kis ideig egyenes mozgás gyanánt vétethetik.

## II. §.

### *Az egyenletesen sebesedő mozgásról.*

246) *Az egyenletesen sebesedő mozgás törvényei.* Ezen mozgás állandó erő által történik, mely egyenlő idők alatt a mozgó testtel új és egyenlő sebességet közöl. De az előbbi időkben létrehozott sebesség a testben azért, mivel az utóbbi időkben ismét akkora új sebesség járul hozzá, meg nem szűnik, sőt inkább a test' tehetlensége miatt megmarad, és az utóbbi időkben létrehozottal



összesítettik. Ennek okáért ha a mozgás' első m.percz végeig nyert sebességét nevezzük  $c$ -nek, ez a második m.percz végeig ismét  $c$  sebességgel növekszik; miszerint a második m.percz lefolyta után nyert sebesség lesz  $c+c=2c$ ; a harmadik m.percz után  $2c+c=3c$ , és az  $n$ -dik után  $nc$ ; következésképen az egyenletesen sebesedő mozgásban a sebességek egyenes viszonyban állnak a mozgás' elejétől számolt illető időekkel.

247) Az imént következtetett állítmány' nyomán könnyen megtudhatni bizonyos  $T$  ideig tartó mozgásban nyert végső sebességet; mert ezt  $C$ -vel, az első m.percz alatt nyert sebességet pedig, melly *sebesedés* nevét viseli,  $c$ -vel jelentvén áll:

$$C: c = T: t, \text{ és innen}$$

$$C = cT \quad . \quad . \quad . \quad (I);$$

azaz: *e. sebesedő mozgásban létrehozott végső sebesség egyenlő az első m.percz alatt nyert sebességnek a mozgás idejéveli szorozatához.*

Ha azon időpont előtt, melytől a sebesség számittatik, a test már valamelly  $V$  sebességgel birt, azt tehetlensége miatt,  $T$  idő lefolyta alatt is megtartja; ezen esetre tehát a végső sebesség lesz:

$$C = V + cT \quad . \quad (II).$$

248) Az *e. sebesedő* mozgás által  $T$  idő alatt megfutott tér' kiszámítása végett neveztessek az első m.perczben elvégzett tér  $S'$ -nek; a másodikban  $S''$ -nek és így tovább; a végső sebesség pedig  $C$ -nek. Ha képzeljük, hogy  $T$  idő végtelen kis részecskékre osztatik, ekkor minden időrészecske lesz  $= \frac{T}{\infty}$ , következőleg az

idő első részecskéjében nyert sebesség lesz  $\frac{C}{\infty}$ ; a másodikban  $\frac{2C}{\infty}$ ;

a harmadikban  $\frac{3C}{\infty}$ , é. i. t. (246). Minthogy azonban bármelly egyen-

telen mozgás végtelenül kis időre egyenletesnek vétethetik (245), ebben pedig a megfutott tér egyenlő a sebesség és idő szorozatához (240); az első végtelenül kis időben elvégzett tér leend:

$$S' = \frac{C}{\infty} \cdot \frac{T}{\infty} = \frac{CT}{\infty^2}$$

a második időcskében . . .  $S'' = \frac{2C}{\infty} \cdot \frac{T}{\infty} = \frac{2CT}{\infty^2}$

a harmadikban. . . . .  $S''' = \frac{3C}{\infty} \cdot \frac{T}{\infty} = \frac{3CT}{\infty^2}$

a  $\infty$ -dikben . . . . .  $S_{\infty} = \frac{\infty C}{\infty} \cdot \frac{T}{\infty} = \frac{\infty CT}{\infty^2}$

Ugyde a végtelen kis időben elvégzett térek összege teszi az egész  $T$  idő alatt megfutott  $S$  tért; tehát lesz:

$$S = \frac{CT}{\infty^2} + \frac{2CT}{\infty^2} + \frac{3CT}{\infty^2} + \dots + \frac{\infty CT}{\infty^2}; \text{ vagy}$$

$$S = \frac{CT}{\infty^2} (1+2+3+\dots+\infty);$$

mivel pedig  $(1+2+3+\dots+\infty) = \left(\frac{1+\infty}{2}\right) \infty = \frac{\infty^2}{2}$ ; ezt

helyettesítván lesz:

$$S = \frac{CT \cdot \infty^2}{\infty^2 \cdot 2} = \frac{CT}{2} \dots \dots (III);$$

azaz: *e. sebesedő mozgással megfutott tér egyenlő a végső sebesség-, és időből származott fél szorozathoz*; tehát csak felét teszi azon térnek, melyet a test végső sebességével ugyanazon idő alatt egyenletes mozgással megtenne. Ha azon időpont előtt, melytől az elvégzett tér számíttatik, a test valamilyen  $V$  sebességgel bírt, akkor ezen sebességgel  $T$  idő alatt  $VT$  utat végez (240); és így az egész megfutott tér ezen esetben leend:

$$S = VT + \frac{CT}{2} \dots \dots (IV).$$

249) A  $T$  idő alatt megfutott térképletnek használatával a mozgás sebesedését, a végső sebességet, és magát a megfutott tért is, az első mpercz alatt végzett tér nagyságában kifejezhetni. Ugyanis neveztessek az első mpercznek megfelelő tér  $G$ -nek, (III) képlet szerint lesz:

$$G = \frac{c}{2} \text{ és } c = 2G \dots \dots (V);$$

tehát: *a sebesedés egyenlő azon kettőztetett térhez, mely első mpercz alatt végeztetik*. A sebesedés értékét az (I) képletben helyettesítván leend:

$$C = 2GT \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (VI);$$

azaz: bizonyos időnek megfelelő végső sebesség egyenlő az első mpercz alatt megfutott térnek ugyanazon idővel teendő kettős szorozatához. Ha  $T$  idő előtt a test  $V$  sebességgel bírt,  $2GT$ -hez azt is hozzáadván, lesz a végső sebesség:

$$C = V + 2GT \quad . \quad . \quad . \quad (VII).$$

A végső sebességnek imént feltalált értékét a (III) képletben helyettesítvén lesz:

$$S = GT^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (VIII);$$

azaz:  $c$ . sebesedő mozgás által megfutott tér egyenlő az első mperczben elvégzett térnek és a mozgási idő négyzetének szorozatához. A  $T$  idő előtt létező  $V$  sebesség esetében pedig a megfutott tér leend:

$$S = VT + GT^2 \quad . \quad . \quad . \quad (IX).$$

250) A (VI) képletből  $T$  időnek értékét keresvén lesz az:

$$T = \frac{C}{2G} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (X);$$

ugyanazon időnek értéke (VII) képletből kifejezve lesz:

$$T = \sqrt{\frac{S}{G}} \quad . \quad . \quad . \quad (XI);$$

mivel e két utolsó egyenletnek bal tagja egyenlő, jobb tagja is egyenlő leend, tehát:

$$\frac{C}{2G} = \sqrt{\frac{S}{G}}, \text{ és innen}$$

$$C = \sqrt{4GS} \quad . \quad . \quad . \quad (XII),$$

$$S = \frac{C^2}{4G} \quad . \quad . \quad . \quad (XIII).$$

*Jegyzék.* Mindezen képletek mind természettani, mind műtani foglalkozásokban számtalanszor használatnak, s azért a velök megismerkedés igen szükséges.

251) Ha a  $T$  idő folytában elvégzett tér képletében  $S = GT^2$  (VIII)  $T^2$  helyett ezen természeti számok: 1, 2, 3, 4 . . . . .  
 $n - 1$ ,  $n$  négyzetei tételnek, a mozgás elejétől számított egyes idők végeig elvégzett térek lesznek:  $G$ ,  $4G$ ,  $9G$ ,  $16G$  . .  $(n-1)^2G$ ,  $n^2G$ , azaz: az egyenletesen sebesedő mozgás' elejétől számított

*idők alatt megfutott térek úgy nőnek, mint a természetes számok négyzetei.*

252) Minthogy e. sebesedő mozgással haladó testnek bevégzett útja első mpercz után  $G$ , második után  $4G$ , harmadik után  $9G \dots (n-1)$  mperczek után  $(n-1)^2 G$ , és  $n$  mperczek után  $n^2 G$  (251), meg lehet tudni az egyes mperczekben elvégzett téréket, ha a kérdés alatti mpercz végeig elvégzett térből kivonatik az az előbbi mpercz végeig elvégzett tér. E szerint első mperczben elvégzett tér:

$$G - 0 = G$$

$$\text{második mperczben} \quad 4G - G = 3G$$

$$\text{harmadikban} \quad 9G - 4G = 5G$$

$$n\text{-dikben } n^2 G - (n-1)^2 G = [n^2 - (n-1)^2] G = (2n-1) G. \text{ (XIV);}$$

azaz: az e. sebesedő mozgás elejétől egymást követő egyes időknek megfelelő térek úgy nőnek, mint a páratlan számok.

253) Az állandó erő nagysága. Ha valamelly  $P$  betűvel jelentett állandó erő  $M$  tömegű testtel a mozgás' első mperczében  $c$  sebességet közöl, akkor a 242. számban előkerülő okoskodás nyomán világos, hogy azon testnek moztani nyomatéka első mpercz elmúltával leend  $Mc$ ; vagy mivel az (I) képletből  $c = \frac{C}{T}$ , leend  $\frac{MC}{T}$ ; ugy de a moztani nyomaték egyenlő a mozgást eszközölő erővel, tehát:

$$P = \frac{MC}{T} \dots \dots \text{ (XV);}$$

azaz: az állandó erő nagysága egyenlő azon hányadoshoz, melly keletkezik, ha a tömeggel szorozott végső sebesség az ennek megfelelő idővel elosztatik. A nyert kitétel másképen is kifejezhető, ha a benne előforduló  $C$ -nek értéke körülményekhez képest vagy a (III) vagy a (VI) vagy a (XII) képletből helyettesítetik. Így leend:

$$P = \frac{M \cdot 2S}{T^2} \dots \dots \text{ (XVI),}$$

$$P = M \cdot 2G \dots \dots \text{ (XVII),}$$

$$P = M \sqrt{\frac{4GS}{T}} \dots \text{ (XVIII).}$$

254) Ha azon képletek, mellyek e §-ban a végső sebesség tér, idő és állandó erő nagyságának meghatározása végett kifejtet-



tek, két különböző esetre akkép alkalmaztatnak, miként ez az egyenletes mozgást illető képletekkel történt (241, és 244), akkor az említett mennyiségeknek mind egymásköztí, mind a mozgásba hozott tömegek iránti viszonyaik elötüntethetnek, és az e. sebessédő mozgás törvényei bővebben felvilágosíttathatnak.

### III. §.

#### *Az egyenletesen lassúdó mozgásról.*

255) *Az egyenletesen lassúdó mozgás törvényei.* Ezen mozgás akkor létezik, midőn a testnek bárhonnan eredett egyenletes  $V$  sebessége valamelly állandóan ható erő ellenmüködése által kisebbítettik. Tehát az e. lassúdó mozgás egyenes ellentéte azon mozgási esetnek, mellyben a már létező  $V$  sebesség állandó erő hatása által nagyobbítottik; mivel pedig ezen utolsó esetben  $T$  időnek megfelelő sebesség e képlettel fejeztetett ki:  $C = V + 2GT$  (249, VII), az e. lassúdó mozgásban  $T$  időt illető sebesség következő képlettel leszen kiteendő:

$$C = V - 2GT \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I).$$

Itt  $2G$  jelenti azon sebességet, mellynek nagyságával az eredeti  $V$  sebesség minden mperczben kisebbítettik; azért is *lassudásnak* neveztetik, s nagyságával az e. lassúdó mozgást jellemzi.

256) Az (I) képlet használatával minden adott időpontnak megfelelő sebesség kiszámítható. Így:

$$a) \text{ Ha } V = 2GT; \text{ leend } C = V - 2GT = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (II).$$

De ezen esetben  $T = \frac{V}{2G}$ ; tehát: *a test csak addig haladhat lassúdó mozgással, mig haladási ideje nem egyenlik a lassudással elosztott eredeti sebességhez.*

$$b) \text{ Ha } T \text{ nagyobb értékű } \frac{V}{2G} \text{-nél, lehet tenni } T = \frac{V}{2G} + T';$$

melly értéket (I) képletben helyettesítvén leend:

$$C = V - 2G \left( \frac{V}{2G} + T' \right) = V - 2G \left( \frac{V + 2GT'}{2G} \right)$$

$$= V - V - 2GT'; \text{ vagy } C = -2GT' \quad . \quad . \quad . \quad (III);$$

azaz: *a test eredeti sebességének megsemmítése után ellenkező*

irányban a megsemmítési időponttól kezdve egyenletesen növekedő sebességgel halad.

c) Ha  $T'$  egyenlővé lesz  $\frac{V}{2G}$ -hez, (III) képlet emebbe megváltoztatva:

$$C = -V \quad \dots \quad (IV);$$

azaz: a test ugyanannyi időfolytában, mennyi alatt eredeti sebessége megsemmítettett, azt ellenkező irányban ismét visszanyeri.

d) Ha  $T'$  nagyobb  $\frac{V}{2G}$ -nél, tehetni  $T' = \frac{V}{2G} + T''$ ; mit (III)

képletben helyettesítvén leend:

$$C = -2G \left( \frac{V}{2G} + T'' \right) = -2G \left( \frac{V + 2GT''}{2G} \right); \quad \text{vagy}$$

$$C = -V - 2GT'' \quad \dots \quad (V);$$

azaz; a test azon időponton túl is, mellyben eredeti sebességét ellenkező irányban visszanyerte, egyenletesen sebesedő mozgással halad.

257) Minthogy  $T$  idő alatt  $V$  sebességgel  $VT$  tér (240); és  $-2GT$  sebességgel  $-GT^2$  tér (249) végeztek el, az e. lassúdo mozgással  $T$  idő folytában megfutott tér lesz:

$$S = VT - GT^2 \quad \dots \quad (VI).$$

258) A (VI) képletből minden adott időpontig átfutott téreket meghatározhatni. Ugyanis:

a) Ha  $T = \frac{V}{2G}$ , lesz:  $S = \frac{V^2}{2G} - \frac{V^2}{4G} = \frac{4GV^2 - 2GV^2}{8G^2}$ ; vagy

$$S = \frac{V^2}{4G} \quad \dots \quad (VII);$$

azaz: a test azon időpontig, mellyben eredeti sebessége megsemmisül, akkora tért tesz meg, mekkorát ugyanazon idő alatt az állandó erő hatásával ellenkező irányban végezne.

b) Ha  $T$  nagyobb  $\frac{V}{2G}$ -nél, tehetni  $T = \frac{V}{2G} + T'$ , melly

értéket (VI) képletben helyettesítve lesz:

$$S = V \left( \frac{V}{2G} + T' \right) - G \left( \frac{V}{2G} + T' \right)^2; \quad \text{hányítás által leend:}$$

$$S = \frac{V^2}{4G} - GT'^2 \quad \text{. . . (VIII).}$$

Mivel ezen tér, mely  $\frac{V}{2G} + T'$  időben végeztetik, kisebb, mint a rövidebb  $\frac{V}{2G}$  idő alatt megfutott (lásd *a*), következik: hogy a talált kitétel az átfutott térnek nem általános nagyságát, hanem csak a testnek azon ponttőli távolságát jelenti, melyben az *e.* lassúdó mozgás kezdődött.

c) Ha  $T' = \frac{V}{2G}$ , (VIII) képlet emebbe megy által:

$$S = \frac{V^2}{4G} - \frac{V^2}{4G} \text{ vagy } S = 0 \quad \text{. . . (IX);}$$

azaz: *a test, ha eredeti sebességének megsemmítése után az állandó erő hatásával annyi ideig halad, mennyibe eredeti sebességének megsemmítése került, ugyanazon pontban létezik, melyben e lassúdó mozgását kezdé.*

d) Végre ha  $T'$  nagyobb mint  $\frac{V}{2G}$ , tehetni  $T' = \frac{V}{2G} + T''$ ;

melly értéket (VIII) képletben  $T'$  helyett téve lesz, rövid hányítás után:

$$S = -VT'' - GT''^2 \quad \text{. . . (X);}$$

azaz: *a test eredeti sebességének visszanyerése után sebesedő mozgással a  $-V - 2GT''$  sebességnek megfelelő tért futja meg.*

259) Mivel az *e.* lassúdó mozgás épen ellenkező természetű az *e.* sebesedő mozgással, minden további okoskodás nélkül világos, hogy az *e.* lassúdó mozgásban az eredeti sebesség idő növekedésével egyenes viszonyban kisebbedik, és szintén az eredeti sebességgel minden egyes mperczen elvégzendő tér annyival kisebb, mennyit a test az állandó erőnek folytonos működése által ellenirányban ugyanazon idő alatt futott volna meg.

*Jegyzék.* Az erő által okozott mozgás' nagyságától, mely magának az erőnek mértékeül szolgál (242), jól megkülönböztetendő az erő által létrehozandó *munka* (Arbeit) vagy *hatás* (Wirkung) nagysága; ez az erő növekedésével növekszik ugyan, de vele még sem egyenlő; mi hogy érthető legyen, képzeljünk egy *M* tömegű golyót valamely közegbe, például vízbe *V* sebességgel ütközni. Ezen golyó *MV* erejének megfelelő, és *K*-nak nevezett munka

magyságát jól képviseli azon tér, melyet a golyó a víznek állandó ellenállása miatt lassuló mozgással  $V$  sebességének megsemmisítéséig fut meg; de  $V$  sebességet ezen esetre  $\frac{V^2}{4G}$  tér illeti (258, a),  $2G$ -vel az ellenálló közegben

első másodperc alatt szenvedett lassudást jelentvén; léssen tehát  $MV$  erőnek munkája  $K = \frac{MV^2}{4G}$ , mely kitétel' értékét „eleven erőnek“ szokás nevezni.

IE szerint :

a) Ha két különböző erők által ugyanazon közegben létesített  $K$  és  $k$  munkákat összehasonlítunk, álland :

$$K : k = MV^2 : mv^2;$$

vazaz : a mozgási nagyságok által létrehozandó munkák\* nagyságai egyenesen aránylagosok a tömegekkel, és ezeknek négyzetes sebességével.

b) Minthogy Beaufoy eszélyes kísérlete következtében \*) 1  $\mathcal{A}$  tömeg 1 m.percz alatt 5,33 párisi lábnyi sebességgel másik testre ütközvén, arra hatása által 15, 14 fontnyi nyomást gyakorol, föltéve, hogy  $m = 1 \mathcal{A}$ ,  $v = 5,33$ , és  $\mathcal{A} = 15,14$ , az előbbi arány' nyomán leend :

$$K : 15,14 = MV^2 : 5,33; \text{ honnét}$$

$$K = \frac{15,14}{(5,33)^2} MV^2 = 0,53293 MV^2; \text{ vagy biztosabban}$$

$$K = 0,5 MV^2$$

vazaz : a fontokban kifejezett munka-nagyság egyenlő az eleven erő' fél értékéhez.

P é l d á k :

1) Hány fontnyi hatást gyakorol egy puskagolyó, melynek sulya 2 hatot nyomván 600 lábnyi sebességgel érkezik a célhoz ?

$$\text{Fel. } K = 0,5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 600^2 = 11250 \mathcal{A}.$$

2) Mekkora hatást gyakorol egy 24 fontos ágyugolyó a köfalra, ha ehhez 800 lábnyi sebességgel ütközik ?

$$\text{Fel. } K = 0,5 \cdot 24 \cdot 800^2 = 7680000 \mathcal{A}.$$

3) Hány fontnyi azon ütés hatása, melly egy sebesen lecsapott és  $\frac{1}{2} \mathcal{A}$  sulyú kalapács által eszközöltetik ?

Fel. Minthogy a kézből sebesen kihagyított kőnek sebessége körülbelül 50 lábnyi, a nyelénél fogva mozgásba hozott kalapács' sebessége annál bizonyosan nem kisebb; leend tehát ezen kalapács által sebesen eszközöltött ütés hatása  $K = 0,5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 50^2 = 625 \mathcal{A}$ . Innét van, hogy a vasszeget egy közönséges nagyságú kalapács ütéssel a deszkán keresztül hajthatni, holott annak általnyomására több mázsányi suly volna a szeg fejére teendő.

\*) Gehler's phys. Wörterbuch, VIII. kötet, 1093 lap.



## II. Czikk.

### A z ö s s z e t e t t m o z g á s r ó l.

260) Az összetett mozgás két vagy több, egy testre együtt-működő erők által eszközöltetik (238). A mint ezen erők irányukra, nagyságukra és fajukra nézve különböznek, úgy az összetett mozgás iránya és sebessége is változik.

261) *Két egyirányú, habár külön fajú erők által eszközöltött mozgás, az erők közös irányában, és azok összegéhez arányzott sebességgel történik.* Mert világos, hogy valamely testet egy erő csak a működési irányában, és nagyságához mért sebességgel hozhat mozgásba; már pedig két közös irányú erő egyenhatású a belőlük származott eredővel, melynek iránya az egyirányú összetevőkével közös, nagysága pedig azok' összegéhez egyenlő (201); tehát igaz az állítmány.

262) *Két ellenirányú erők által eszközöltött mozgás a nagyobbik erő irányában, és az erők különbségéhez arányló sebességgel eszközöltetik.* Mert az ellenirányú erők' eredője azoknak különzékéhez egyenlik, és a nagyobbik erővel egyirányú (202). Ha tehát kerestetnék a két erő által mozgásba hozott testtől  $T$  idő alatt elvégzett tér: az, az egyenletes, egyenletesen sebesedő és lassudó mozgás által megfutandó térről mondottaknál fogva,

Két és egyirányú pillanati erők működtével lesz:

$$S = VT + vT \quad . \quad . \quad . \quad (I).$$

Két ellenirányú pillanati erők működtével lesz:

$$S = VT - vT \quad . \quad . \quad . \quad (II).$$

Két egyirányú állandó erők működtével lesz:

$$S = GT^2 + gT^2 \quad . \quad . \quad . \quad (III).$$

Két ellenirányú állandó erők működtével lesz:

$$S = GT^2 - gT^2 \quad . \quad . \quad . \quad (IV).$$

Egy pillanati és egy állandó közös irányú erők működtével lesz:

$$S = VT + GT^2 \quad . \quad . \quad . \quad (V).$$

Egy pillanati és egy állandó ellenirányú erők működtével lesz:

$$S = VT - GT^2 \quad . \quad . \quad . \quad (VI).$$

263) *Két egyfajú és szöglet alatt működő erők által hajtott test azon egyenköz átlóján halad, melynek oldalai az említett erőket képviselik.* Képviseljék  $AB$  és  $BC$  vonalak (55. rajz)  $P$  és  $Q$  pilla-

nati erőket. Ha felteszszük, hogy  $A$  anyagi pont  $T$  idő alatt  $P$  erő által  $BD$  tért végezné, mondhatni róla, hogy az  $AC$  vonalhoz egyenközüen húzott  $BD$  vonalnak valamely pontjában léteznék. Hasonlóképen, ha ugyanazon pont  $Q$  erő által hajlatva  $T$  idő folytában  $AC$  útat tenné meg, léteznék az  $AB$  vonalhoz egyenközü  $CD$  vonalnak valamely pontjában. Minthogy pedig a szöglet alatt működő erők egymás' hatását meg nem semmithetik, következik, hogy az említett



anyagi pont  $P$  és  $Q$  erők együttműködése által  $T$  idő után mind  $BD$ , mind  $CD$  vonalnak valamely pontjában létezni fog; mi máskép nem lehetséges, hanem ha ezen két vonalnak közös  $D$  pontjához jő, melly egyszersmind az erőket képviselő  $AB$ , és  $AC$  vonalokkal szerkezett  $ABDC$  egyenközü  $AD$  átlójának végső pontja. De hogy  $A$  pont nemcsak  $T$  időnek lefolyta után, hanem annak folytában is mindig  $AD$  átló irányát követte, az különösen lészen bebizonyítandó. Az egyenletes mozgásban t. i. egy erő által megfutott térek arányosak az időkhez (244), tehát  $A$  pont felényi idő alatt  $P$  erővel csak  $\frac{1}{2}AB = AE$ ,  $Q$  erővel pedig csak  $\frac{1}{2}AC = AF$  tért fog megfutni, és mind a két erőnek együttműködtével felényi  $T$  lefolyta után mind  $EI$ , mind  $FH$  vonalak közös pontjába  $G$ -be érkezend. Ugyde  $G$  pont fekszik az  $AD$  átlótóban; mert

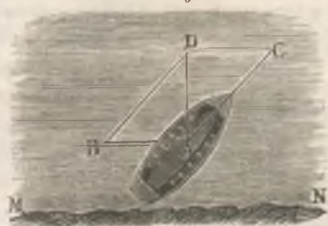
$$AE : AF = AB : AC; \text{ vagy } AF = EG, \text{ és } AC = BD \text{ miatt}$$

$$AE : EG = AB : BD;$$

azonfölül  $E$  és  $B$  szögletek egyenlők; tehát  $AEI$  és  $ABD$  háromszögek, minthogy egyenlő szöget képző oldalaik arányosak, egymáshoz hasonlóak és így  $EAG$  és  $BAD$  szögek egyenlők; már pedig máskép egyenlők nem lehetnek, hanem ha  $A, E, B$  pontok  $AB$  egyenes vonalban fekvődvén  $A, G, D$  pontok is  $AD$  egyenes vonalban fekszenek. Ekkép az  $AD$  átló többi pontjairól is bebizonyíthatni, hogy  $A$  pont mozgási iránya azokon keresztül megy, és ennél fogva  $A$  pont az egész  $T$  idő folytában az  $AD$  átló irányából ki nem tér. E bizonyítás ugyan csak a pillanati erőkről szól, alkalmazható mindazáltal két állandó erő által okozott mozgásra is, ha  $AB$  és  $AC$  vonalok az állandó erők által eszközölt mozgással elvégzendő térek viszonyában osztatnak fel.

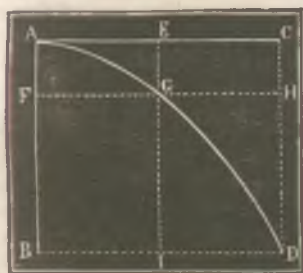


mind a két partról kötél által huzatik, középirányban halad. Ha valamely  $A$  csónak (57. rajz) a folyóviztől vitetve bizonyos idő alatt  $AB$  utat tenne, az evező emberék' ereje által hajtva pedig ugyanazon idő alatt  $MN$  parttól  $AC$  tért végezne: ekkor sem egyik sem másik irányban, hanem a két irány között  $ABDC$  egyenköz  $AD$  átlóját leendi meg, és így  $MN$  parthoz egyenközösen fekvő tulsó part felé egyenesen haladand. Azt vélné az ember, hogy a sebesen ha-



ladó gözös  $AB$  (58. rajz) árbocza mellett leejtett  $A$  kövecs, esés közben az árbocztól jóval is elmaradand, holott annak tövénél esik le, mintha a hajó árbocza nyugodott volna; mert az említett kövecs leejtésének pillanatában az árboczczal közös vízszintes  $AE$  sebességgel bírván, a nehézség-erő által pedig függélyes irányban  $AF$  tért átfutván, első m. perczen az  $AG$  görbevonaltú utat tesz meg, de az alatt  $AB$  árbocz is ugyanazon vízszintes  $AE$  sebességgel haladván  $EI$  helyzetbe jő, és így a kövecs töle nem távozott; következő m. perczen a kövecs  $AE$  sebességét megtartván fekkmentesen  $GH=EC=AE$  utat tenne, azonban a nehézség által  $GI=FB=3AF$  függélyes tér' megfutására is kényszerítettetik; tehát ezen m. percz végével  $GHDI$  egyenköz átlójának végső  $D$  pontjába  $GD$  görbe uton jut, hová ezen idő alatt az árbocz is elérkezik; s ennél fogva a kövecset el nem hagyja, ámbár az a levegőben  $AGD$  görbe vonaltirta le, melyet a hajó

58. rajz.



Födelén létező utasok, tulajdon vízszintes mozgásukra nem figyelvén függélyesnek vélnének. Illyféle mozgási összetételből érthetni, hogy a műlovagok a ló legerősebb vágtatásában felugorván, annak hátáról le nem maradnak, és felhagyított lapdáikat ismét elkapják, ámbár magok nem előre, hanem egyenes irányban fölfelé ugranak, s lapdáikat is érzésük szerint szintén csak egyenesen fölfelé dobálják; sat.

265) A mint két vagy több mozgást vagy sebességet össze lehetni, úgy minden adott mozgást vagy sebességet oldalmozgásokra és sebességekre szétbonthatni is, ha t. i. a szétbontandó mozgás vagy sebesség által megfutott tér bizonyos hosszúságú vonal által jelentetik, s körüle egyenköz vagy fölülte egy háromszög alkép szerkesztetik, mikép ez az erők' szétbontásában történni szokott (212). Azonban ha a szétbontandó mozgás görbe vonalú,



szétbontás végett annak csak oly kis része vétetik, melly jelentékeny hiba nélkül egyenes vonalúnak tekinthető.

*Jegyzék.* A mozgás szétbontásának a természet működésében számtalan példájára találunk. Így ha  $AB$  (59. rajz) hajónak, melly a folyóvíz ellen

59. rajz.



vonatik,  $AC'$  kormány  $AC$  helyzetbe fordíttatik, a folyóvíz annak egyik oldalába  $DC$  irányában, tehát ferdén ütközzék,  $DC$  mozgás azonnal  $AC$  és  $DA$  irányú mozgásokra bomlik föl;  $AC$  irányú mozgás a kormány' lapjával párhuzamos lévén, annak mentében hatástalanul elsu-

han,  $DA$  irányú mozgás pedig a kormány' oldalába egyenesen bele ötlük, és azt a folyóvíz irányával egyenközü  $AC'$  irányba nyomja, és így a kormány' nyal erősen összekötött hajót a pontokkal jelentett  $AB'$  helyzetbe hozza. Jelentse  $AB$  (60. rajz) a röpdülő hidnak egyik hajóját, melly  $C$  pontban létező horgonyra kötött s elegendő hosszúságú  $BC$  kötél vagy láncz által a folyóvíz ellenében tartatik; ha ez akkép kormányoztatik, hogy az  $MN$  part felé fordult oldala víz folyásának  $DE$  irányával hegyes szögletet képezzen,  $DE$  mozgás azonnal  $FE$  és  $DF$  mozgásba oszlik föl; amaz mint a hajó oldalával egyenközü

60. rajz.



hatástalan marad, emez pedig a hajót  $DF$  irányban a tulsó part felé tolja; s mivel a víz a folyó szélességének minden pontjában így hat, végre a tulsó partig viszi.

Hasonló mozgásfelosztás mi-

att történik, hogy a vitorlás hajók nemcsak szélmentében, hanem annak oldal irányában is haladhatnak; a gyermekek papír-sárkánya fektentes szél által jelentékeny magosságra fölemelkedik, és a szélmalom külső kerekére alkalmazott szárnyak a fuvó szél menetelével egyenes szögletet képző irányban forognak, sat.

266) *Azon görbe vonalak, mellyeken különfajú erők által hajtott test haladhat, különfélék lehetnek.* Mert a szöglet alatt működő erők' eredőjének iránya függ azon viszonytól, melly a mondott erők nagyságai közt létezik (203, d); már pedig a külön természetű erők nagysági viszonya, a mozgási időnek minden pillanatában vég nélkül változható, tehát eredőjüknek iránya is. De a különfajú erők által hajtott test is csak az azokból származott eredőnek irányát követheti, és így az általa megfutandó út is különféle görbületű lehet. E helyen csak oly görbületű mozgások tárgyalatnak, mellyek az ugynevezett központi erők által eszközöltetnek.

### III. Czikk.

#### A központi erők által létesített mozgásról általánosan.

267) Olly erők nevezetnek *központiaknak*, mellyeknek egyike a testet folytonosan bizonyos pont felé készteni, másika pedig ugyanazon ponttól valamelly irányban, melly az előbbiével sem nem ellenkező, sem nem megegyező, eltéríteni iparkodik. Az említett pont ezen erők *középpontja* vagy rövidebben *központja*; az oda törekedő erő *központhozsi*; a másik pedig, minthogy pillanati, *hagyító erő* nevet visel. Azon vonalt, melly a központi erőktől hajtott testet a központtal összeköti, *vonó-sugár*-nak hívják. Midőn a test központi erők' működésének engedelmeskedvén valamelly utat tesz meg, akkor vonó-sugara *területet surolni* mondatik.

268) *A központi erők által kénytetett test görbe utat tesz, és vonó-sugara az időkhez arányozott területeket surol.* Tegyük föl, hogy az *A*-ban (61. rajz) létező test középponthozsi erővel folytonosan *C* pontba törekszik, de egyszersmind *Az* irányban hagyíttatik. Ezen test végetlen kis idő folytában, a központhozsi erő által valamelly tért, például *AD*-t, a hagyító erő által pedig *AB*-t végezze el; de mind a két erő együttműködtével az *ABED* egyenköz átlójának végső *E* pontjában létezend (263). Ha a következő egyenlő de végetlen kicsin időben semmi erő hatását nem tapasztalná, tehellensége miatt *AE* térrel egyenlő *EF* tért futna meg; de a köz-

61. rajz.



ponthozsi erő természeténél fogva működni meg nem szűnik, és a testet központ felé *EG* térnek megtételére kényteti; és így a test második időcske alatt az *EFHG* egyenköz átlójának végső *H* pontjába jő; hasonlóképen harmadik egyenlő időcske után *L* pontba érkezik. E három említett idő folytában tehát *AEHL* utat végez; mellynek az erők különfajúságuk miatt nemcsak az *E.H* pontokban töredezettnek, hanem ezen pontok közt is folytonosan görbének kell

lenni (264). Ha e görbe vonal olly természetű, hogy magába

ismét visszakerül, *pályának* mondatik, azon idő pedig, mellynek lefolyta alatt a test pályáját elvégzi, *kerületi idő* nevet visel. E közben  $AC$  vonó-sugár első időcskében  $ACE$ , másodikban  $ECH$ , harmadikban  $HCL$  és i. t. területeket surol, mellyeknek egyenlősége ekkép bebizonyítható. Huzván  $FC$  segédvonalat, lesz:  $ACE = ECF$  területhez, mert ezen háromszögek  $AE = EF$  miatt egyenlő alapúak, és közös csúcsuk miatt egyenlő magosságaak; szintugy  $ECH = ECF$  területhez, minthogy közös alapúak, és  $EC \parallel FH$  miatt egyenlő magosságaak; tehát  $ACE = ECH$  területhez. E szerint minden egyenlő időkben surolt területeknek egyenlőségét megmutathatni. Így tehát a vonó-sugár egy időben egy területet surol, kettőben két akkora területet, három egyenlő időben három akkorát suroland, azaz: a vonó-sugár által surolt területek az időkhez arányzottak. Ezen törvényt még más kettővel a fáradságtalan szorgalmú *Kepler* az égi testek körül tett sok esztendei vizsgálódásai által fedezte föl 1618-ban, azért *Kepler* első törvényének nevezetik.

269) *Azon sebességek, mellyekkel a központi erők által hajtott test pályájának különböző pontjaiban halad, vizsás arányban állanak a központból ugyanazon pontok érintőire eresztett merőlegesekkel.* Képezze  $AD$  ív (62. rajz) egy részét a  $C$  központ körül megfutandó pályának. Ha ennek  $A$  pontjában létező test igen kis

62. rajz.



időcske alatt halad  $a$ -ig; és  $B$  pontból ugyanakkora idő alatt jö  $b$ -ig, szembetünő, hogy  $A$  pontnak vonó sugara  $ACa$ ,  $B$  ponté pedig  $BCb$  területet surolt; mellyek mint egyenlő idők alatt suroltak, egyenlők (268); tehát  $ACa \triangle = BCb \triangle$ . Eresztvén most  $C$  pontból  $A$  és  $B$  pontoknak  $Ax$  és  $By$  érintőire  $CE$  és  $CF$  merő-

legeseket, lesz:  $ACa \triangle = Aa \cdot \frac{CE}{2}$ ,

és  $BCb \triangle = Bb \cdot \frac{CF}{2}$ ; de  $ACa \triangle = BCb \triangle$  miatt:  $Aa \cdot \frac{CE}{2} = Bb \cdot \frac{CF}{2}$ :

innen pedig ezen arány származik:  $Aa : Bb = CF : CE$ . Mivel minden, bármí egyenletlen mozgás kis idő folytában egyenletesnek



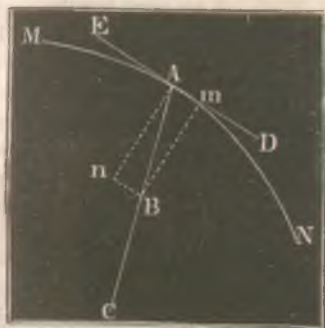
vetethető (245), ebben pedig a sebességnek mértékét a megfutott térek teszik, e jelen esetben  $Aa$  és  $Bb$  térek az  $A$  és  $B$  pontban létező  $C$  és  $c$  sebességeket képviselik, melyeket az előbbi arányban helyettesítvén,  $CE$  és  $CF$  merőlegeseket pedig általánosan  $D$  és  $d$ -nek nevezvén, lesz :

$$C : c = d : D;$$

melly arány az előre bocsátott állítmány értelmét igazolja.

270) *A központi erők által haladó testnek sebessége vagy sebesedő, vagy lassúdó, vagy egyenletes, a mint az erők működési szöglete vagy hegyes vagy tompa vagy ép.* Képviselje  $AB$  vonal (63. rajz)  $MN$  pályáívbén haladó  $A$  testnek központhozí vonzását. Ez  $A$  pontnak  $DE$  érintőére nézve  $Am$  és  $An$  erőkire feloszlik;  $An$ ,

63. rajz.



mivel  $MN$  ívre merőleges, csak azt eszközli, hogy  $A$  test pályájából ki ne térjen;  $Am$  pedig, ha a hagyító erő  $A$ -ból  $D$ -felé működik, tehát ha a központhozí erővel hegyes szögletet képez, a hagyító erővel egyirányú, s mint ilyen  $A$  pont sebességét nagyobbítja.— Ellenben, ha a hagyító erő  $AE$  irányú, vagyis a központhozí

erő irányával tompa szögletet képez, akkor  $Am$  erő a hagyítónak ellenese, s mint ilyen  $A$  pont sebességét kisebbíti. Végre midőn a központhozí erő a hagyító erővel ép szöglet alatt hat, azon esetben az említett oldalerőkire többé föl nem bontható; tehát a hagyító erő által eszközölt sebességet nem változtatja.

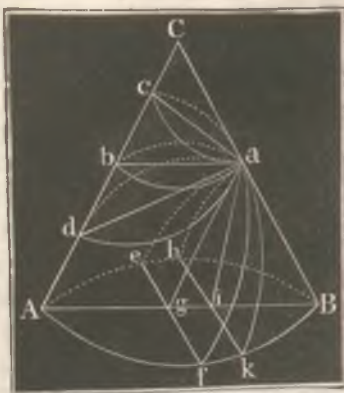
271) *A középponti erők által hajtott test mindig a kupmetzés által származott görbe vonaloknak valamelyikén halad. \*)* Ennek bebizonyítására keressük fel először azon kitételeket, mellyek

\*) Ha  $ABC$  (64. rajz) kup egy sík által tengelyére merőleges irányban metszetik, előáll egy lap, mellynek karimája  $ab$  kör (circulus) lesz. Ha pedig  $a$  ponton vezetett sík  $ABC$  kup tengelyét ferdén metszvén egyszersmind  $AC$  oldalt is vágja, az eredett metszési lap karimája  $ac$  vagy  $ad$  tojásdad görbületű vonalt képezend; mellynek helyesebben



a kör, kerülék, mentelék, vagy hajtalékban mozgó testre működő középponti erő nagyságát jelentik.

64. rajz.

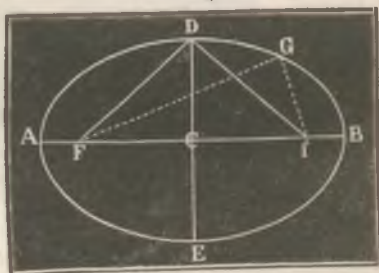


*kerülék* (ellipsis) mint *körkör* nevet adhatni. — Továbbá azon szelvény, mely  $ABC$  kup egyik oldalának, bármely pontján keresztül a másik oldalával egyenközű irányban történik, az  $eaf$  *hajtalék* (parabola) nevezetű görbe vonalt adja. Végre minden vágó sík, mely  $ABC$  kup csak egyik oldalát szeli, a másik oldalra pedig ferde irányu, a nélkül, hogy azt valahol átvágná, *mentelék* (hyperbola) nevű vonalt eszközöl; minőt  $hak$  vonalban láthatni. — Eből értetődik: hogyha  $ABC$  kup oldalának felvett  $a$  pontján keresztül különböző irányokban végtelen

sok metsző síkok gondoltatnak, azok által csak egy kör, és egy hajtalék, de végtelen számu kerülékek, és mentelékek fognak származni. — Kör a fölébe eső kerülékeknek mintegy átmenetelül szolgál az alája esőkre. — Hajtalék pedig az  $a$  ponton keresztülmenő szelvények által létesíthető kerülékek, és mentelékek közötti határvonalt képzí.

Miként a kupszelés által eredett görbe vonalakban történendő mozgás tulajdonságairól szólhassunk, a reájok vonatkozó pontokat és egyenes vonalokat is szükséges megemlíteni. — Ezek a körre vonatkozólag többnyire az elemi mértanból ismeretesek. —  $ADBE$  (65. rajz) kerülék két átellenes csucsait összekötő  $AB$  vonal *nagyobb tengely*; a nagyobb tengelyt merőlegesen felező  $DE$  vonal pedig *kisebb tengely* nevezetű. A

65. rajz.



két tengely átvágási  $C$  pontja a kerülék középpontját, azon  $F$  és  $f$  átvágások pedig, melyek  $AC$  fél nagytengelyhez egyenlő körzö nyílással  $D$  pontból a nagytengelyen tetetnek, a kerülék gyupontjait teszik. — A kerüléknek bármely pontjából a gyupontokig huzott vonalok, minők  $DF$ ,  $Df$ , és  $GF$ ,  $Gf$ , annak *vonó-sugarait* jelentik. Ezekről

az elemi mértanban bebizonyítatik, hogy összegük a nagytengellyel egyenlő. A kerüléknek bármely pontjára huzott vonó-sugár, annak a gyuponttól távolságát méri; legkisebb távolság  $AF$ , legnagyobb  $FB$ ,



vonal, cz által képeztetik  $ABF\triangle$ ; melly  $ABD\triangle$ -hez hasonló; áll tehát :

$$AD : AB = AB : AF, \text{ és innen}$$

$$AD = \frac{AB^2}{AF} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\alpha).$$

Ha  $A$  test sebessége, melylyel a köríven halad  $= V$ -hez, ennek egyenletessége miatt (270) lesz  $AB = Vt$ , és  $AB^2 = V^2t^2$ ; és hasonlóképen, ha a központhozzi erő működése által első  $m$ . percz alatt megfutott tér neveztetik  $G$ -nek, lesz  $AD = Gt^2$ ; (249, VIII);  $AF$  pedig mint átmérő  $= 2R$ . — Ezen értékeket  $(\alpha)$  képletben helyettesítvén, lesz :

$$Gt^2 = \frac{V^2t^2}{2R}; \text{ innen}$$

$$G = \frac{V^2}{2R} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\beta).$$

Mint hogy a központhozzi erő  $t$  időcske alatt állandó erő gyanánt tekinthető, ennek pedig értéke, ha a működési idő  $t$  másodpercz,  $P = 2G.M$  (254, XVII), lesz :

$$G = \frac{P}{2M} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\gamma),$$

következőleg  $(\beta)$  és  $(\gamma)$  képletekből áll ezen egyenlet :  $\frac{P}{2M} = \frac{V^2}{2R}$ ,

honnét a körben mozgó testre működő középponthozzi erő nagysága lészen :

$$P = \frac{MV^2}{R} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I).$$

b) Ezen képletből kivezethetni a kerülekben mozgó testre működő középponthozzi erő nagyságát is; mert minden kör olly kerület gyanánt tekinthető, mellynek gyupontjai a középponttal összeesnek; ha tehát  $ABF$  kör  $A$  pontját a kerület csucsának képzeljük,  $AC = R$  lesz ezen csucsnak görbületi sugara; minthogy pedig a felsőbb elemzés szerint a kerület csucsának görbületi su-

gara egyenlő  $\frac{B^2}{A}$ ,  $A$  a fél nagyobb tengelyt,  $B$  a fél kisebb tengelyt

jelentvén; lesz  $R = \frac{B^2}{A}$ ; melly értéket az (I) képletben helyette-

ítvén áll :

$$P = \frac{AMV^2}{B^2} = \frac{AMV^2}{BB}.$$

Mivel  $B$  jelenti a kerüléknek fél kisebbtengelyét, ez pedig azon kerülékben, mely körré változott, annak vonó-sugarához egyenlő, lesz:  $BB = RR$ , vagy egyik vonósugárt a másiktól megkülönböztetvén  $BB = RR'$ ; tehát :

$$P = \frac{AMV^2}{RR'} \dots \dots \dots (\delta);$$

de kerülékben a vonósugarak' összege egyenlő annak nagyobb tengelyéhez, azaz:  $R + R' = 2A$ ; tehát  $R' < 2A$  és  $RR' < 2AR$ ; mivel fogva ha  $(\delta)$  képletben  $RR'$  helyett  $2AR$  tétetik, lesz :

$$P > \frac{AMV^2}{2AR}, \text{ honnét a kerülék' gyupontjából}$$

$$\text{működő erő' nagysága : } P > \frac{MV^2}{2R} \dots \dots \dots (II).$$

c) A mentelékben ellenben a nagyobb tengely egyenlő vonósugarak különzkéhez, azaz:  $R' - R = 2A$ , és így  $R' > 2A$ , és  $R' > 2AR$ ; ha tehát  $(\delta)$  képletben  $R'R$  helyett  $2AR$  tétetik, leend mentelék' gyupontjából működő erő' nagysága :

$$P < \frac{MV^2}{2R} \dots \dots \dots (III).$$

d) A hajtalékban haladó testre működő központhozzi erő nagyságának meghatározására legyen  $HAH'$  (68. rajz, b) hajtalék ; 68. rajz.





mellynek gyupontja  $F$ . Miként  $A$  pontból  $Ax$  irányban hagyított test ezen hajtálékban haladjasson, megkivántatik, hogy azon  $T$  idő alatt még a hagyítási  $V$  sebességgel  $AEHF$  egyenköz  $AE = FH$  oldalát futná meg, addig a középponthozí erő által  $AF$  oldalt is bevégezze (265). Föltevé, hogy  $A$  test  $AF = R$  utat egyenletesen sebesedő mozgással futja meg, lesz az  $F$  pontig nyert sebessége  $C = \sqrt{4GR}$ , vagy  $C^2 = 4GR$  (250, XII), és innét:

$$G = \frac{C^2}{4R} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\epsilon)$$

$G$  értékét az állandó erő ezen kitételéből  $P = 2G.M$  (253, XVII.) még egyszer kifejezván lesz:

$$G = \frac{P}{2M}; \quad (\text{lásd } \gamma)$$

( $\epsilon$ ) és ( $\gamma$ ) egyenleteknek bal tagjaik egyenlősége miatt jobb tagjaik is egyenlők, tehát:

$$\frac{P}{2M} = \frac{C^2}{4R}; \quad \text{honnét}$$

$$P = \frac{MC^2}{2R} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\zeta).$$

Az  $AF = R$  uton nyert  $C$  sebesség ezen esetben egyenlő a hagyítási  $V$  sebességgel; ugyanis:

$$R = \frac{CT}{2} \quad (248); \quad \text{innét}$$

$$C = \frac{2R}{T} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\eta);$$

minthogy pedig  $R$  a gyuponton keresztülmenő rendezőnek megfelelő metszék, és mint olyan  $HH'$  rendezőnél négyszer kisebb, lesz:  $4R = HH'$ , vagy  $2R = \frac{HH'}{2} = FH = AE = VT$ , mit ( $\eta$ ) kép-

letben helyettesítván, lesz  $C = V$ ; minélfogva ( $\zeta$ ) képletben  $C^2$  helyett  $V^2$  tétetván, lesz:

$$P = \frac{MV^2}{2R} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (IV).$$

272) Meghatározva lévén a kupmetszési görbe vonalok' megfutására szükséges középponthozí erőnek nagysága, már könnyű

z előbbi szám alatt előre bocsájtott állítmány igazságát bebizonyítani. Ugyanis hagyitassék az  $F$  pontból (68 rajz, 173 lap) működő központhoz érőnek alája vetett  $A$  test  $Ax$  irányban; ennek hagyitási  $V$  sebessége vagy kisebb, vagy akkora, vagy nagyobb lesz, mint a központhoz érő által  $AF$  tér megfutása alatt létrehozandó sebesség.

a) Ha  $V < C$ , akkor a hagyitott  $A$  test kerüléket ír le; mivel

$$\text{kerülék' leírására megkívántató középponti erő: } P > \frac{MV^2}{2R}$$

271, II) lesz: 
$$V^2 < \frac{2RP}{M} \quad . \quad . \quad . \quad (\vartheta).$$

Vévén  $R$ -et azon térül, mellyen  $A$  test,  $F$  gyupontig egyenletesen sebesedő mozgással esve,  $C$  végső sebességet kap, lesz:

$$C = \frac{CT}{2} \quad (248) \text{ és } 2R = CT; P \text{ erőt az általa okozott végső sebes-}$$

$$\text{ség és illető idő értékében kitevén, lesz: } P = \frac{MC}{T} \quad (253, XV). \text{ Ha } 2R$$

és  $P$  értékeik  $(\vartheta)$  képletben helyettesitetnek, lesz:

$$V^2 < \frac{CT \cdot MC}{M \cdot T}; \text{ avagy}$$

$$V^2 < C^2, \text{ és így } V < C;$$

azaz: ha a hagyitott testnek hagyitási sebessége kisebb annál, mellyet a központhoz érő pontjáig egyenletesen sebesedő eséssel érrendő volna, akkor kerüléket ír le. Ezen mozgásnak példáit láthatni a bolygó csillagokban, mellyek *Kepler* második törvénye szerint kerülékben mozognak a kerülék' gyupontjában létező nap körül.

b) Midőn  $V < C$ ; ezen három eset lehetséges, t. i.  $V < \frac{C}{2}$ ;

$$\text{vagy } V = \frac{C}{2}; \text{ vagy } V > \frac{C}{2}.$$

1) Ha  $V < \frac{C}{2}$ , akkor olly kerülék leszen megfutandó, melly-

ek üres  $f'$  gyupontja (68. rajz)  $A$ -hoz közelebb, a középponthoz érő magában foglaló  $F$  pedig attól távolabb esik. — Ha  $A$  test  $T$

idő alatt  $F$  pontig szabadon esnék; lenne  $\frac{CT}{2} = AF$ , és  $VT$  azon tér, melyet hagyítási erő által ugyanazon idő alatt megfutna; s mint-hogy  $V < \frac{C}{2}$ , lesz  $VT < \frac{CT}{2}$ ; ennél fogva  $VT$  tért  $AB$  vonallal jelentvén,  $AB$ -nek kisebbnek kell lennie  $AF$ -nél. — Ezen határozó vonalaknak megfelelő kerülék pedig  $Akk'A$ .

2) Ha  $V = \frac{C}{2}$ , akkor leszén  $VT$  tér is egyenlő  $\frac{CT}{2}$  térhez; mivel ezen utolsót  $AF$  vonal képviseli, az előbbi egyenlő hosszúságú  $AC$  vonallal leszén jelentendő; ezen vonalak pedig  $AOO'A$  körben eredményezik; mely a fönnt mondottaknál fogva szintén kerülékek tekintendő.

3) Ha  $V > \frac{C}{2}$ ;  $V$  sebességgel  $T$  idő alatt megteendő utat  $AD$  vonal jelentheti; mely a  $\frac{C}{2}$  sebességnek megfelelő  $AF$  térnél nagyobb; ezen határozó vonalaknak megfelelő kerülék leszén  $AKK'A$ ; mellynek a középponthoz közeli erőt foglaló gyupontja  $A$ -hoz közelebb; üres gyupontja pedig attól távolabb esik.

c)  $V$  sebesség 0-tól kezdve folytonosan nagyobbíttatván egyszer csak megszűnik lenni  $V < C$ -nél, és lesz  $V = C$ -hez; melly esetben a megfutandó ut leendő hajtalék; mert a hajtalék leírására működő középponthoz közeli erők e kitételéből  $P = \frac{MV^2}{2R}$  (271, IV)

azonnal kitűnik, hogy  $V = C$ ; mihelyt benne  $2R$  és  $P$  helyett az  $a$ ) pont alatt található értékek tétetnek. — Ezen esetben  $C$  sebességnek  $2AF$  tér felel meg,  $V$  sebességgel megteendő ut pedig  $AB$  vonal által jelenthető; és maga a leirandó hajtalék  $AHH'A$ .

d) Végre ha  $V < C$ , a megfutandó görbe vonal mentelék leszén; mert ezen kitétel a mentelékbeni mozgást eszközlő középponthoz közeli erők képletéből (271, c) a már említett úton kivezethető.

Ezen értelmezésből már világos: miként a középponti erők által hajtott test, bár mekkora legyen is a hagyítási sebessége, mindig a kupmetszési görbe vonalaknak valamelyikén halad. — E helyett csak a kerülék és körbeni mozgás fog különösen tárgyalatni.

I. §.

*A kerületbeni mozgásról különösen.*

273) Ezen mozgás' törvényei az őt létesítő középponthoz közeli' általános kitételéből  $P = \frac{AMV^2}{RR'}$  (271, δ) legkönnyebben kifejezhetők; ha az akkép módosítatik, miként a kerületi időt is magában foglalja. — E végre tegyen  $AEBD$  (65. rajz, 170. lap) kerületben mozgó test egy mpercz alatt  $DG$  utat, vonósugára  $FDG$  háromszögű területet suroland; ha ezen háromszögnek alapjául vétetik  $DG = V$ , magasságaul pedig  $DC = B$ , ( $V$  által sebességet,  $B$  által fél kisebb tengelyt jelentvén) lesz  $FDG$  terület  $= \frac{BV}{2}$ . Továbbá megjegyezvén, hogy az egész kerület' területe  $= \pi AB$ ; és a kerületi időt jelentvén  $T$  betűvel, áll:

$$\frac{BV}{2} : \pi AB = 1 : T, \text{ (268) ; innen}$$

$$V = \frac{2\pi A}{T}, \text{ és}$$

$$V^2 = \frac{4\pi^2 A^2}{T^2},$$

melly értéket a fönnebb idézett képletben helyettesítvén, lesz:

$$P = \frac{4\pi^2 A^2 M}{RR' T^2} \dots \dots \text{ (V),}$$

minthogy  $V$  a kisebb tengely' végső  $D$  pontjában létező sebességet jelent; itt pedig  $R = R'$  lesz  $RR' = R^2$ ; tehát az előbbi képlet ebbe

negy által:

$$P = \frac{4\pi^2 A^3 M}{R^2 T^2} \dots \dots \text{ (VI).}$$

274) Ha ezen egyenletben  $P$  helyett tétetik  $2G.M$  értéke (253, XVII), lesz:

$$2G.M = \frac{4\pi^2 A^3 M}{R^2 T^2},$$

aminnét azon  $G$  tér' nagysága, mellyet a kerületben mozgó test egy másodpercz alatt a gyupont felé közelít, lesz:

$$G = \frac{2\pi^2 A^3}{R^2 T^2} \dots \dots \text{ (VII).}$$



Hasonlóképpen  $P = \frac{AMV^2}{RR'}$  képletben (271,  $\delta$ )  $P$  helyett  $2GM$  értéket tévén, lesz:

$$2GM = \frac{AMV^2}{RR'}; \text{ honnét}$$

$$G = \frac{AV^2}{2RR'} \quad \dots \quad \text{(VIII).}$$

A (VII) és (VIII) képletek' bal tagjainak egyenlősége miatt:

$$\frac{2\pi^2 A^3}{R^2 T^2} = \frac{AV^2}{2RR'}; \text{ avagy}$$

$$\frac{2\pi^2 A^2}{RT^2} = \frac{V^2}{2R'};$$

ebből pedig mind a kerületi idő', mind a haladási sebesség' nagyságát kifejezhetni; ugyanis:

$$T = \frac{2\pi A}{V} \sqrt{\frac{R'}{R}} \quad \dots \quad \text{(IX), és}$$

$$V = \frac{2\pi A}{T} \sqrt{\frac{R'}{R}} \quad \dots \quad \text{(X).}$$

275) Két különböző tömegű, s különböző kerületekben mozgó testekre működő központhozsi erőket (VI) képlet szerint összehasonlítván, áll:

$$P: p = \frac{A^3 M}{R^2 T^2} : \frac{a^3 m}{r^2 t^2} \quad \dots \quad (\alpha).$$

Melly arányból e következő törvények folynak:

a) Midőn mindegyik mozgó test pályájának azon pontjában létezik, melyben  $R$  és  $r$  vonósugarak, az illető kerülék fél nagytengelyével t. i.  $A$  és  $a$ -val egyenlők, akkor az  $(\alpha)$  arány emebbre megy által:

$$P: p = \frac{AM}{T^2} : \frac{am}{t^2} \quad \dots \quad (\beta)$$

azaz: *a középponthozsi erők a közép távolságok, és tömegek' szorozatával egyenes, a kerületi idők' négyzetével pedig megfordított viszonyban vannak.* —

b) Ha a középponthozsi erőnek azon hatásai hasonlítottatnak össze, melyeket a kerületi pályának különböző pontjaiban létező

testre gyakorol, akkor ( $\alpha$ ) arányban  $\frac{A^3M}{T^2} = \frac{a^3m}{t^2}$ ; tehát állni fog:

$$P : p = \frac{1}{R^2} : \frac{1}{r^2} \quad \dots \quad (7)$$

azaz: a kerüleknek különböző pontjaiban létező testre működő központi erő hatása megfordított viszonyban áll a gyuponttéli távolságának négyzetével. (Kepler második törvénye).

c) Ha képzelünk két különböző tömegű testet ugyanazon egy kerületben mozogni, a rájuk ható középponthozói erők ( $\alpha$ ) arány szerint lesznek:

$$P : p = \frac{M}{R^2} : \frac{m}{r^2};$$

állni fog ezen arány akkor is, ha azon testek ugyanazon gyupont körül olly különböző kerületekben mozognak, melyeknek egyikében  $A^2 = R^2$ ; másikéban  $a^2 = r^2$ ; tehát ezen esetre lesz:

$$P : p = \frac{M}{A^2} : \frac{m}{a^2};$$

Ugyanezen esetre ( $\beta$ ) arány is áll; de ezen két aránynak első viszonya egymás közt egyenlő, tehát:

$$\frac{M}{A^2} : \frac{m}{a^2} = \frac{AM}{T^2} : \frac{am}{t^2}; \text{ vagy}$$

$$\frac{1}{A^2} : \frac{1}{a^2} = \frac{A}{T^2} : \frac{a}{t^2}; \text{ vagy}$$

$$T^2 : t^2 = A^3 : a^3$$

azaz: a kerületi idők négyzetei egyenesen aránylanak a közép távolságok köbjeihez. (Kepler harmadik törvénye).

## II. §.

### *A körbeni mozgásról különösen.*

276) Már fönnebb bebizonyítva van: miként a körbeni mozgást eszközölő középponthozói erő  $P = \frac{MV^2}{R}$  (271, I). Ezen kitétel a

'körbeni mozgás' törvényeinek kifejtésére alkalmatossá válik, — ha benne  $V^2$  más meghatározott mennyiségek értékében fejeztetik ki; mi hogy megtörténhessen, el nem kell felejtenuk: miként azon

sebességek, mellyekkel a központi erők által hajtott test pályájának külön pontjaiban halad, visszas arányban állanak a központból ugyanazon pontok' érintőire bocsátott merőlegesekkel (269); de ezen merőlegesek a körpályában a kör' sugarai; és így mindannyian egyenlők; tehát a körpályában mozgó testnek sebessége is pályájának minden pontjában egyenlő; azaz: egyenletes lesz. — Ezt alapul vetvén, s a kerületi időt  $T$ -nek nevezvén, az egész körzet mint egyenletes sebességgel megfutott ut lesz  $VT$  (240); de ugyanazon körzet mértanilag kitéve  $= 2\pi R$ ; tehát  $VT = 2\pi R$ , és  $V^2 T^2 = 4\pi^2 R^2$ ; honnét  $V^2 = \frac{4\pi^2 R^2}{T^2}$ ; mit az idézett képletben helyettesítvén, lesz:

$$P = \frac{4\pi^2 RM}{T^2} \quad . \quad . \quad . \quad (XI).$$

*Jegyzék.* Mivel  $V$  egy másodperc alatt megfutott utat is jelent, ez pedig a körben a megfutott  $U$  ivnek, és körsugarának szorozatával fejeztetik ki, lesz  $V = UR$  és  $V^2 = U^2 R^2$ ; melly értéket (I) képletben helyettesítvén, lesz a körben mozgó testet központ felé vonzó erőnek némelly esetekben használható kitétele ez is:  $P = U^2 RM$ .

277) Ha a központhoz érők kitételeiben  $P$  helyett tétetik  $2GM$ ; akkor a  $G$  tér is, mellyel a körben mozgó test egy másodperc alatt a középpont felé esik, mindegyikéből különösen kifejezhető. Így az (I) képletből lesz  $2GM = \frac{MV^2}{R}$ ; honnét

$$G = \frac{V^2}{2R} \quad . \quad . \quad . \quad (XII).$$

(XI) képletből lesz  $2GM = \frac{4\pi^2 RM}{T^2}$ ; honnét

$$G = \frac{2\pi^2 R}{T^2} \quad . \quad . \quad . \quad (XIII).$$

278) (XII) képletből, ha különben  $G$  máshonnan ismeretes, lesz a körben mozgó test' sebessége:

$$V = \sqrt{2GR} \quad . \quad . \quad (XIV):$$

(XII) és (XIII) egyenletek' segítségével pedig mind a körben mozgó test' sebessége, mind kerületi ideje meghatározható, a nélkül,

hogy  $G$  értékének ismerete szükséges volna ; mert lesz  $\frac{V^2}{2R} = \frac{2\pi R}{T^2}$  ;

és  $T^2 = \frac{4\pi^2 R^3}{V^2}$  ; tehát :

$$V = \frac{2\pi R}{T} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (XV)$$

$$\text{és } T = \frac{2\pi R}{V} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (XVI).$$

*Jegyzék.* Említésre méltó , hogy a körpályának kerületi ideje egyenlő azon kerülek' kerületi idejéhez , mellynek fél nagybottengelye egyenlő a kör' sugarához. Mert legyen kerülekí pálya  $ADBE$  (69. rajz), mellynek közép-

69. rajz.



pontja  $C$ , gyupontja pedig  $F$ . — Azonfölül  $EF = AC$  sugárral iras-  
sék le  $EGD$  körpálya. — Ezen pá-  
lyák egymást a kerülek' kisebb ten-  
gelyének végső pontjaiban vágják. —  
Föltévén , hogy ezen két pályán két  
különös , de egyenlő tömegű testek  
haladnak ; azoknak sebességük az  
átvágási  $E$  pontban egyenlő lesz ;  
mert a körpályát kerülekí pályául

tekintvén , áll  $P : P' = \frac{AMV^2}{RR'} : \frac{amv^2}{rr'}$  ;

(271, 8) ; de a felvétel szerint  $A = a$ -hoz , azaz : a kör' sugarához ; azon-  
fölül  $R$  és  $R'$  vonósugarak ; mivel a kisebb tengely' végső pontjára huzat-  
vák , mind egymásközt , mind a kör  $r$  és  $r'$  sugaraival egyenlők ; végre  
minthogy mind a két pályában egyenlő tömegű testek vétettek föl ,  $M = m$  ;  
tehát az előbbi arány emebbe megy által  $P : p = V^2 : v^2$  ; ugy de , mivel mind  
a két test egy központ közül mozog ; és  $E$  pontbani létükkor attól egyenlő  
távolságuk ,  $P = p$  ; tehát  $V^2$  is egyenlő  $v^2$ -hoz , azaz :  $V = v$ . — Ha ezen  
mozgó testek' egyike  $EI$  ; másika  $EH$  tért valamely kis  $t$  időcske alatt futja  
meg , ezen térek , minthogy egyenlő sebességekkel , és ugyanazon  $t$  idő alatt  
végeztetnek be , egyenlők ; és parányiságuk miatt egyeneseknek tekintethe-  
tők. — Azon terület tehát , mellyet a kör' vonósugara  $t$  időcske alatt surol ,

lesz  $EFH\Delta = \frac{EH \cdot EF}{2} = \frac{EH \cdot A}{2}$  ; és hasonlókép' a kerülekí vonósugar ál-

tal surolt terület lesz  $EFI\Delta = \frac{EI \cdot FK}{2} = \frac{EI \cdot EC}{2} = \frac{EI \cdot B}{2}$ . — A kör' meg-

futására szükséges kerületi időt jelentvén  $T$ -vel ; a kör' egész területe  $= \pi A^2$  ;

tehát a 268-dik szám szerint áll  $\frac{EH \cdot A}{2} : \pi A^2 = t : T$  ; ebből  $t = \frac{T \cdot EH \cdot A}{2\pi A^2}$ .





ponttól távozni iparkodik. — Hogy ezen értelemben vett központtói erő, minden központkörüli mozgásban csakugyan létezik, ezennel bebizonyítandó. — Ha valamely  $A$  test (70. rajz)  $C$  központ körül bizonyos  $t$  idő alatt  $AB$  ívet futandná meg, látni való,

70. rajz.



miként ugyanazon test, ha  $A$  pontbani létekor a reá ható központhozói erő megszűnnék,  $t$  idő alatt  $Ax$  érintő irányában  $C$  központtól valamennyire eltávoznék, mi a központtói erő létét tagadhatlanul igazolja. — Föltevéen, hogy  $AB$  ív igen kicsiny, és azért egyenes vonal gyanánt tekinthető; huzassék  $B$  pontból  $Ax$  érintőig  $BE \parallel AC$ ,  $E$  pontból pedig a meg-

hosszabbított  $CA$  sugarig  $EF \parallel BA$ ; szintén  $B$  pontból huzassék  $BD \parallel AE$ , ez által  $BE$  vonal mind  $AF$ -hez, mind  $AD$ -hez egyenlő lesz; de  $BE = AF$  jelenti azon tért, melynek nagyságával  $A$  test  $t$  idő alatt a központtól a központhozói erő' megszűntével távoznék;  $AD = BE$  pedig képviseli azon tért, melynek nagyságával  $A$  test  $t$  idő alatt a hagyító erő megszűntével központhoz közelednék; tehát a központtói erő minden központ körül mozgó testben egyenlő, és ellenirányú a központhozói erőhez; s evvel pályájának minden pontjában sulyegyenben áll. — Ennélfogva a központtói erő' nagysága épen azon képletekkel kifejezhető, melyek a központhozói erő' kitétele végett előbbi számokban felállítottak. — E helyen csak a körbeni mozgásban mutatkozó központtói erőre szorítkozván, és azt különböztetésül  $P'$ -vel jelentvén (277, XI) szerint

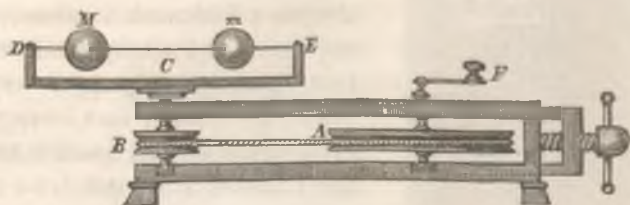
észen :

$$P' = \frac{4\pi^2 R M}{T^2}.$$

281) A központtói erő olly testekben is észrevehető, melyek bizonyos mozdulatlan ponttal zsineg, vagy vessző által összekötve lévén, a körül keringő mozgásba hozatnak, vagy valamely görbült lapon, vagy csatornán haladnak; az említett esetekben mozgó testek tudniillik majd az őket tartó zsineg, vagy vesszőnek összetartása, majd a görbült lap-, vagy csatornának ellenállása miatt irányukat folytonosan akkép változtatják, mintha reájok központhozói erő működne; első esetben tehát az őket tartó zsinegre, vagy

vesszőre feszítést, másodikban az őket magában foglaló csatornára nyomást gyakorolniok kell. — Mi a *röpmozgony* által tétetni szokott kísérletekből is kitűnik. — A nevezett röpmozgony' főrészeit különböző átmérőjű, és végnélküli zsinag által összekötött *A* és *B* (71. rajz) csigák teszik. — Ezen utolsónak tengelyére csavartatik

71. rajz.



*DCE* lécz, melynek merőn fölálló végei kifeszített *DE* sima vasvesszővel összekötve.

a) Ha *F* forgattyú által *A* csiga mozgásba tétetik, *B* csiga, és vele együtt *DCE* lécz is sebes forgásba jő; a *DE* vesszőre huzott egyenlő vagy különböző tömegű *M* és *m* golyók pedig *BC* tengelytől, melyre itt a forgás' középpontja esik, ellenkező irányban szétröpülnek.

b) Ha *B* csiga' tengelyére a golyókat tartó lécz helyett egy másik, hasonló alkotású, de *AC* és *BC* (72. rajz) bedugott, és bizonyos magasságig festett folyadékot tartó csökkel ellátott készit-

72. rajz.



mény alkalmaztatik, forgás alatt a csökben létező folyadék *C* ponttól a távolabb, ámbár fölebb létező *A* és *B* cső végekig vonul; mert például *m* részecske *C* ponttól *mn* irányú

erővel törekszik ugyan távozni, de mivel ezen irány a cső' oldalára ferde, *mn* erő *no* és *mo* mellékerőkre föloszlik, *no* mivel a cső' oldalára merőleges, attól megsemmisítettik, *mo* pedig az *m* részecskét fölfelé tolja.

c) Továbbá ha *B* csiga' tengelyéhez 10—12 ujnyi hosszú kisimitott *CD* (73. rajz) aczélpálcza csavartatik, melyre több vékony, s rugalmas sárgaréz- vagy aczéلكarikák akképal alkalmazvák,

73. rajz.



hogy azok *C* pontban az aczélpálczával erős összeköttetésben *D* pontnál szabadon föl s lefelé mozoghasanak; forgás közben a karikáknak *E* és *F* részei *CD* tengelytől legjobban eltávoznak, és a különben gömbalakot mutató készítmény, forgás alatt összenyomult golyó alakuvá válik.

d) Végre ha *B* csiga' tengelyéhez csavart gömbalakú, és festett folyadékot foglaló üvegedény sebes mozgásba tételik, a benne létező folyadék a forgás' tengelyétől legtávolabb eső oldalrészekig fölszáll, és mintegy hozzájuk tapadva színes övet képez. — Hogy pedig mindezen esetekben mutatkozó központtéli erő a forgásban létező test' tömegével, és pályájának sugarával egyenes, kerületi idejének négyzetével pedig megfordított viszonyban vagyon, azaz : hogy áll ezen arány :

$$P : p' = \frac{RM}{T^2} : \frac{rm}{t^2},$$

melly az előbbi szám alatt látható kitételből keletkezik, ugyanezen röpmozgony' használatából is következtethető. — Mert ha *DE* (71. rajz) vasvesszőre vont egyenlő tömegű és fonállal összekötött *M* és *m* golyónak *C* ponttól különböző távolság adatik, forgásba tételven a nagyobb távolságú tömeg a kisebb távolságút maga után ragadja. Ellenben ha összekötött golyóknak *C* ponttéli távolságuk egyenlők, de az egyiknek tömege nagyobb a másik' tömegénél; akkor a nagyobb tömegű golyó a másikat maga után rántja; miből látható, miként a központtéli erő' nagysága a pálya' sugarával, és tömeg' nagyságával egyenesen arányos. — Mi a kerületi időt illeti, annak kisebbedésével növekszik a középponttéli erő; mert azon golyók, mellyek a röpmozgony' lassú forgása alatt a mozgást gátló surlódás miatt helyből sem mozdulnak, azonnal szétröpülnek, nihelyt nagyobb sebességgel, tehát kisebb kerületi idő alatt teszik fordulatukat. A mondottakat *a b c* (74. rajz) készüllet által még

74. rajz.



szembetűnőbben lehet tapasztalni. Ez a röpmozgony *B* csigájának (71. rajz) tengelyére csavart *DCE* készüllettől csak abban különbözik, hogy az *ab*



vesszőre huzott  $m$  golyója nem egy másik golyóval, hanem igen mozgékony  $n$  csigán vezetett selyemzsinór által  $o$  lemez körénnyel, vagyon összekötve, mely több ólom terharményekkel megsúlyosbíthatatik. Ha ezen készüllet az előbb említett helyébe a röpmozgony'  $B$  csigájának tengelyére csavartatván forgásba hozatik,  $m$  golyó a középponttöli ereje által  $o$  körényt annál több reá rakott terharményekkel képes fölemelni, s bizonyos sebességű forgatás alatt a légben függve tartani, minél nagyobb a tömege, a középponttöli távolsága, és kisebb forgási idejének, vagy mi egyre megy, minél nagyobb forgási sebességének négyzete.

*Jegyzék.* A középponttöli erő' működéséből e következő tüneményeket értelmezhetni:

*a)* A sebesen forgó köszörű körül; és kocsikéről a reá tapadó víz, és sűrű széthányatik.

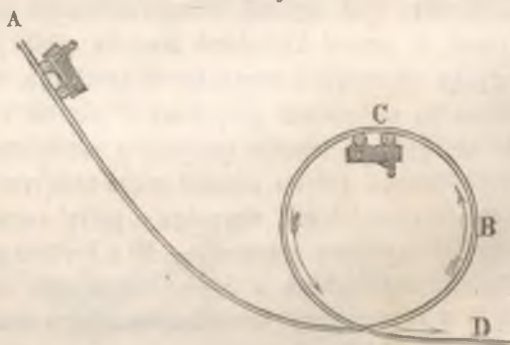
*b)* A malomkövek sebes forgásukban némelykor nagy erővel szét szakadnak.

*c)* Sebes futás közben hirtelen kanyarodó kocsi könnyen felfordul.

*d)* A körben futó lovak, s rajtok létező lovakok testükkel a kör' középpontja felé hajolnak.

*e)* Zsincre függesztett, és vízzel töltött pohár függélyes körben körülhajtható a nélkül, hogy belőle a víz kifolyna. — Valamint az *ABCD* (75. rajz)

75. rajz.



alakú vaspályán,  $A$ -nál leeresztett golyó vagy kocsi is egy egész kört ír le a nélkül, hogy  $C$  pontból leessen.

*f)* Parittyá által sebes mozgásba hozott kő nagy sebességgel elröppen, mihelyest a parittyának egyik szára kieresztetik. Ide tartozik *Steinheil* müncheni tanár által legujjonnan föltalált középponttöli lögé (Centrifugalgeschoss), mellynek alkotásáról szóval értekezendünk; leírása végett lásd *Beilage zum Morgenblatte der Wiener Zeitung von 8 Mai 1849.*

*g)* A sebes forgásba hozott víz üres tölcser alakot képez.

*h)* Egy tengelye körül forogható, és oldalán sok nyílásokkal ellátott

inger alakú edénybe helyezett nedves posztóból, vászonból, vagy fehér-rubából a víz nagyobb részint kihajtatik, ha az edény gyors forgásba tétetik.

i) A Hess-féle vizemelő készítménynek eredménye is a központtöli működésének tulajdonítandó. Ezen készítmény áll *A* és *B* (76. rajz) 76. rajz.



széttartó nyílt csökből, melyek függélyes állású *C* tengelylyel vannak összefoglalva. Fölül köralakú *D* csatornába görbítve levén, alul *E* edényben vagy kutban tartalmazott vízbe vannak bemártva. Ha *F* forgattyú vagy más gépezet segítségével *C* tengely körül sebes forgásba hozatnak, a bennök létező víz a központtöli erő által mindaddig fölebb hajtatik, míg *D* csatornába ki nem ömlik, onnét a használati helyére *G* csőn tovább vezetendő.

k) Végre minthogy földgömbünk 24 óra alatt tengelye körül egyet fordul, sarkainál valamennyire összelapult alakúnak kell lenni, és így nem lételesen gömbölyű, mit más tünetények is bizonyítanak.

282) Midőn a tengely körül forgó test' részei egymástól könnyen el nem választathatók; akkor a központtöli erő a tengelyre — Ennek okáért ha a forgó test' tömege az említett tengely körül egyenetlenül van felosztva, a tengely mindig a nagyobb tömeg felé vonatik, és így mind ágyát nagyobbítja, mind magánarább elkopik. — Ellenben a forgó tömeg' részarányos felosztakor a tengely semmi nyomást nem szenved; mert minden részecske' központtöli törekvését az ellenfélen szemközt álló részecskének egyenlő és ellenirányos törekvése megsemmisíti. Illy tengely szabad tengely-nek mondatik, mert helyzetének megtartása végett semmi támaszokra nem szorul, s ámbár nyugvási állapotában csekély erőnek is enged, forgása alatt felvett irányából elk szembetűnő erő által mozdíttathatik ki. — Tapasztalhatni ezt Hnenberger által e célra talált röpmozgonyban, vagy minden helyen, melly az asztalon perdités által sebesen forog.

## MÁSODIK RÉSZ.

### A testek' nyugvási és mozgási tüneményeikről.

Kifejtve levén az első részben mind a testeknek, mind a reájuk működő erőknek tulajdonságaik, és ez utóbbiaknak működési módjuk, — mindazon tünemények, melyek a testek' nyugvási, vagy mozgási állapotát teszik, e második részben lesznek előadandók.

## ELSŐ SZAKASZ.

### Szilárd nyugtan.

(*Geostatica*).

283) Ezen név alatt a természettannak azon része értendő, melyben a szilárd testek' nyugvási állapota tárgyalatik. — A testek nyugvási állapotban csak akkor létezhetnek, midőn a reájuk ható erők egyensúlyban vannak (225); mivel pedig minden egyes testnek nehézségi, és összetartási erők működnek, előbb a szilárd testeknek azon nyugvási állapotával foglalkozunk, mely a nehézség — azután azzal, mely az összetartási vagy elemi erők' egyensúlyától függ.

## I. FEJEZET.

### Szilárd testek' nyugvása nehézségi erőre nézve.

284) A szilárd testek' nyugvási állapotára elkerülhetlenül szükséges föltétel' kikutatása végett emlékezzünk vissza a nehézségi erőnek azon tulajdonságára, mely szerint minden testnek parányai folytonosan a föld' középpontja felé vonatnak (26), és azonnal álltallátjuk, hogy minden szilárd test egyenközü irányba ható erők' rendszere gyanánt tekinthető; de illy erők' rendszeréből mindig létezik egy credő erő, mely az összetevőkkel egyirányú

ezeknek összegével egyenlő, és létezik egy középpont, melly az említett eredőnek támadási pontjául tekintendő (215); tehát hasonlóképen minden szilárd testben is vagyon egy eredő erő, a test' szécskéinek nehézségi erejével egyirányú, és azok' összegével egyenlő; melly nem egyéb, mint a testnek *sulya*; azonfölül vagyon egy pont, mellyre az egész testnek sulya mintegy összpontosulva lenni gondolható, és *sulypontnak* neveztetik. — Már ha ezen sulypontra valamely függélyes irányban fölfelé működő, és az egész test' sulyával egyenlő erő alkalmaztatik, vagy e helyett alája valamely mozdulatlan támasz helyeztetik, avagy a sulypont felfüggesztetik; az egész test, nem különben mint a hasonlításul említett egyenközű erők' rendszere, nyugvási állapotban lesz (226). Hasonlóképen nyugvási állapotban lesznek több egymással merőn összetett testek is, ha a közös sulypontjuk sulyaikhoz egyenlő, és ellenirányú erő által tartatik; mert ezek összeköttetésük miatt csak egy test gyanánt tekintendők. — Azonban a szilárd test' nyugvási állapotára nem épen szükséges, hogy annak sulypontja közvetlenül valamely ellenirányú erő által tartassék, hanem elegendő, ha azon a sulyponton függélyes irányban átmenő vonalnak, azaz: *irányvonalnak* bármely pontjára alkalmaztatik; mert egy az eredvény, irányának bármely pontjában alkalmaztassék az erő (198). Tehát minden test nyugvási állapotban leend, ha irányvonalának valamely pontja támasz, fölfüggesztés, vagy bármely erő által tartatik.

285) Miszerint a test' irányvonalának valamely pontja az említett módon tartathassék, előbb a test' sulypontjának kell meghatározatnia; mert ettől függ az irányvonal' helyzete. A test' sulypontját pedig vagy elméleti, vagy gyakorlati uton lehet meghatározni. — Elméleti uton csak olly testek' sulypontja található, mellyeknek egyenletes sűrűségek, és mértanilag meghatározható alakuk vagyon. Így :

a) Minden egyenes vonalnak sulypontja annak felező pontjára esik. — Mert *AB* (77. rajz) vonal, részeinek nehézsége miatt

77. rajz.

A            C            B

függélyes irányban működő erők' rendszere gyanánt tekinthető; mint-hogy pedig ezen erők mind irányra,

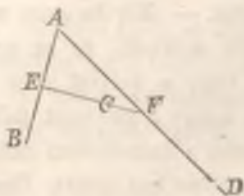
mind nagyságra nézve egyenlők, valamint a szélső *A* és *B* nehézségek' eredője a vonal középpontjára esik, úgy az *A* és *B* pontok



után páronként következő nehéz pontok' eredője  $C$  pontra hat, és a nehézségi erők' eredőjének (az egész súlynak) támadási pontja nem egyéb, mint a súlypont; tehát sat.

b) Szöglelet képző  $AB$  és  $AD$  (78. rajz) vonalaknak közös súlypontjuk, az egyes vonalaknak  $E$  és  $F$  súlypontjait összekötő  $EF$  vonal

78. rajz.

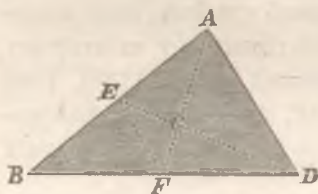


nak azon pontjára esik, mellynek az  $E$  és  $F$  pontoktól távolságai  $AB$  és  $AD$  vonalak' hosszasaival megfordított viszonyban vannak. — Mert  $AB$  és  $AD$  nehéz vonalak olly erők gyanánt tekinthetők, mellyek  $EF$  vonal szélső pontjaira függélyes irányban hatnak, de ezen erők' középpontjának, vagy

jelen esetben súlypontjának, a támadási  $E$  és  $F$  pontoktól távolságai az erők' nagyságával megfordított viszonyban áll (216); azaz  $AB : AD = CF : CE$ ; tehát  $C$  pont a nevezett vonalak' súlypontja.

c) Az  $ABD$  (79 rajz) háromszögü terület' súlypontjának fel-

79. rajz.



keresése végett képzeljük, hogy  $ABD$  nehéz terület  $AB$  vagy  $BD$  oldalán egyenközü nehéz vonalakból áll; ha  $A$  és  $D$  szögletekből  $BD$  és  $AB$  ellentélt oldalok' felező  $E$  és  $F$  pontjaira illetőleg  $AF$  és  $DE$  vonalakat húzunk, látni való: miként ezeknek mindegyike

háromszög' területét borító vonalakat két egyenlő részre vágja, és ennél fogva azoknak, vagyis az  $ABD$  háromszögü területnek súlypontján keresztül megy; tehát  $AF$  és  $DE$  vonalak' közös pontja a keresett súlypont. — Miként ezen súlypontnak a háromszög'  $A$  szögétől, vagy  $BD$  alapjától  $AF$  vonal részeiben kitétethetőség; húzassék  $EF$  segédvonal; minthogy ez  $AB$  és  $BD$  oldalakat két egyenlő részre vágja, áll:

$$1 : 2 = BF : BD, \text{ és}$$

$$BF : BD = BE : AB; \text{ tehát } BEF \triangle \sim BAD \triangle \text{-hez; honnét}$$

$$BE : AB = EF : AD; \text{ és mivel } ECF \triangle \sim ACD \triangle \text{-hez}$$

$$EF : AD = FC : AC; \text{ tehát}$$

$$1 : 2 = FC : AC; \text{ innét}$$

$$1 + 2 : 2 = FC + AC : AC; \text{ vagyis}$$

$$3 : 2 = AF : AC ; \text{honnét}$$

$$AC = \frac{2AF}{3} ;$$

azaz: *háromszögű terület' súlypontjának valamelyik szögtől távolsága egyenlő azon vonal' kétharmadával: melly ugyanazon szöget az ellenoldal' középpontjával összeköti.*

d) A mi a négyszögű területeket illeti, azok, ha két két ellenoldalaik egyenközűek, *egyenközény*; ha csak két ellenoldalaik egyenközűek, másik kettő pedig nem, általánosan *ferdény* nevet viselnek. — Az *ABGD* (80. rajz) egyenközény' súlypontja könnyen föllelhető, ha *AB* és *DG* ellenoldalokat felező *E* és *F* pontok *EF* vonallal, és szintén *AD* és *BG* ellenoldalokat felező *H* és *I* pontok *HI* vonallal összekötetnek; mert ezen vonalak az egyenközény' területét tevő vonalokat is két egyenlő részre vágják, tehát azoknak

80. rajz.



súlypontjain, és így az egész egyenközény' súlypontján is átmennie; minélfogva ott lesz az egyenközény' súlypontja, a hol *EF* és *HI* vonalak egymást vágják, azaz: *C* pontban. — Ezen pontot még rövidebb úton feltalálhatni, ha az egyenközény' *AG* és *BD* átlóit meghúztatnak, mert ezeknek átvágási pontja az előbbi úton megtalált *C* ponttal összeesik. — Minthogy *EF* vonal *AB* oldalt felezi, áll:

$$1 : 2 = AE : AB ; \text{de } \triangle AEC \triangle \simeq \triangle ABG \triangle \text{-hez; tehát}$$

$$AE : AB = EC : BG ; \text{és így}$$

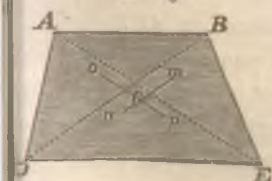
$$1 : 2 = EC : BG ; \text{honnét}$$

$$EC = \frac{BG}{2} ; \text{és hasonlóképen}$$

$$HC = \frac{AB}{2} ;$$

azaz: *egyenközény' súlypontja a kisebb oldaloktól fél hosszúságra; nagyobb oldaloktól pedig fél szélességnyre fekszik.* —

81. rajz.



A *ferdény* alakú négyszögű terület' súlypontja meghatározható: ha az *ABDE* (81. rajz) adott *ferdény* *AB* átló által *ABD* és *ADE* háromszögekre osztatik, és ezeknek súlypontjaik a mondottak szerint fölkerestetnek. — Legyen pél-

dául az első háromszög' súlypontja  $m$ , a másodiké  $n$ ; ezen részleges súlypontokat összekötő  $mn$  vonalban kell feküdnie az egész terület' súlypontjának. — Elosztván továbbá  $ABDE$  ferdényt  $BE$  átló által  $ABE$ , és  $BDE$  háromszögekre, ezeknek súlypontjaik lesznek  $o$  és  $p$ , melyeket összekötő  $op$  vonalban az egész terület' súlypontjának léteznie kell; következöleg az  $mn$  és  $op$  vonalak átvágási pontjában létezik. — Ekkép' bármelley szabálytalan alakú négyszögű terület' súlypontja is meghatározható.

e) Hogy a körénynek (körlapnak) súlypontja mértani középpontjával összeesik; az eddig használt uton könnyen bebizonyítható.

f) A négyszögös alapú, hasáb vagy henger alaku, és egyenletes sűrűségű testek' súlypontja tengelyüknek középpontjában van; ugyanígy a gömbalakú test' súlypontja is átmérőjének középpontjára esik. — Ugyanis ha a hasábot és hengert alapjokkal egyenközű irányban, a gömböt pedig valamelyik átmérőére merőleges irányban vékony és egyenlő vastagságnyi szeletekre felosztani képzeljük, s minden egyes szeletnek súlypontján átmenő vonalt gondolunk, az a hasábban és hengerben azoknak tengelyét, a gömbben pedig annak átmérőjét fogja tenni. — E szerint a hasáb és henger' tengelye olly nehéz vonal gyanánt tekinthető; melynek minden egyes pontjában a megfelelő, és egyenlő nehézségű hasáb vagy henger szeletek' súlya összepontosul; már pedig az illyféle vonalnak súlypontja annak felező pontjára, azaz: a tengely' középpontjára esik ( $a$ ). A gömb' átmérője, melyben az egész gömb súlya összesítve gondolható, nem áll ugyan egyenlő súlyú pontokból; mert végeitől kezdve közepe felé minden pontjának folytonosan nagyobb tömegű szelet felel meg, de mivel ezen súlynövekedés mind a két felől egyenlően történik, világos: miként a gömb átmérőjének, és így az egész gömbnek is súlypontja annak középpontjára esik.

g) Csucsag' súlypontja a csucstól egész tengelyhossznak három negyednyi részére esik. — Ugyanis legyen  $ABDE$  (82. rajz) egy háromoldalú csucsag. Legyen ezen csucsag'  $BDE$  alapjának  $E$  súlypontja  $BH$  és  $EI$  vonalak által, és hasonlóan  $ADE$  oldallap  $G$  súlypontja  $AH$  és  $DK$  vonalak által a  $c$ ) pont alatti szabály szerint meghatározva. Ha az egész csucsagot végetlen vékonyságú, és  $BDE$  alappal egyenközű levelkékre felosztjuk,  $AF$  vonal, mely a csucsag' csucsat az alap' súlypontjával összeköti, az elemi level-

eknek súlypontjain, következésképen az egész csucsag' súlypontján is általmenend. — Hasonlókép' ha az egész csucsagot  $ADE$  oldallal egyenközü levelkékre elemezzük, és annak  $G$  súlypontját és átellenes  $B$  csucsot  $BG$  vonallal összekötjük, ez minden egyes elemi levelkének, tehát az egész csucsagnak is súlypontján keresztülhat. — Ott kell tehát a felvett csucsag' súlypontjának léteznie, hol  $AF$  és  $BG$  vonalak egymást



egik; azaz  $C$  pontban. — Ha már most  $F$  és  $G$  pontok  $FG$  vonallal összekötetnek,  $C$  pont' helyének meghatározása végett, áll en arány :

$$1:3 = FH: BH, (c); \text{ de}$$

$FH: BH = GH: AH$ ; tehát  $FGH \triangle \sim BHA \triangle$ -hez; minél-gva  $GH: AH = GF: AB$ ; azaz  $GF$  egyenközü  $AB$ -vel, minekoka-t  $GCF \triangle \sim ACB \triangle$ -hez; honnét

$$GF: AB = FC: AC; \text{ tehát}$$

$$1:3 = FC: AC, \text{ vagy}$$

$$1+3:3 = FC+AC: AC, \text{ azaz:}$$

$$4:3 = AF: AC, \text{ és innen}$$

$$AC = \frac{3}{4} AF.$$

i a háromoldalú csucsag' súlypontjáról bebizonyított, az bármely oldalú csucsag, sőt még a kup' súlypontjára is egyenlő joggal alkalmazható; mert a kup nem egyéb, mint végetlenül sok oldalú csucsag. A csonkitott csucsag, és kup' súlypontjának meghatározását rövidség okáért mellőzhetőknek véljük.

h) Üres testeknek, például karikáknak, üres hengereknek, gömböknek, vagy bármely alakú edényeknek súlypontjuk az anyagm kívül esik. — Ha ezeknek súlypontja felakasztandó, vagy maszszal ellátandó volna; azt előbb a test' részével változatlan összekötésbe hozni szükséges.

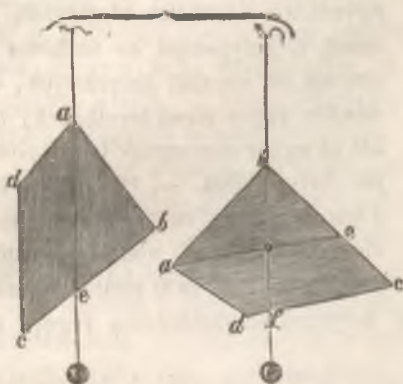
286) A súlypontnak gyakorlatilag történendő meghatározása. azon esetekben szokott elővételni, midőn a testek' alakja a tartani testekétől különbözik, vagy ha nem is, de anyaguk egyen-

Vedlik Természettan I. k.



telen sűrűségű, s következő módon vitetik véghez. —  $A$  ponthoz (83. rajz) kötött zsinegre függesztetik egy elegendő nagyságú

83. rajz.



súly, melly által a zsineg függélyes helyzetbe jő. Azután az  $abcd$  test, mellynek igen csekély vastagsága vagyon, párkányának bármelly pontjából, például  $a$ -ból, egy másik zsineg által ugyan azon  $A$  szegre akasztatik. — Ha nyugvási állapotba jött, súlypontja a 284-dik szám alatt mondottaknál fogva az  $AB$  zsineg' men-

tében huzott  $ae$  vonalban létezend. Továbbá  $abcd$  test' párkányának más pontjából, például  $b$ -ből ismét felakasztatik, s minekutána nyugvásba jött,  $AB$  zsineg' iránya szerint jelettetik meg felületén  $bf$  vonal súlypontja a fönnebb idézett oknál fogva ezen vonalban is létezend, tehát nem másutt, mint az  $ae$  és  $bf$  vonalak átvágási pontjában  $o$ -ban.

Ha pedig a test meg nem vethető vastagsággal bir, akkor súlypontjának gyakorlati uton teendő meghatározására szükséges, hogy a test háromszor egymás után felületének mindig más és más két pontjából, két különös szegre akasztassék, s mindannyiszor két zsineg' iránya által meghatározott függélyes sik a test' felületén jegyeztessék meg. — Az ekképen vont három síknak közös átvágási pontja lészen a keresett súlypont.

287) *A szilárd testek' biztos és bizonytalan nyugvási állapota.* Midőn a szilárd test' irányvonalának valamelly pontja támas által tartatik, akkor az egész test nyugvási állapotban van ugyan (284), mindazáltal ezen nyugvási állapot nem mindenkor egyenlő állandóságú. — Ugyanis azon nyugvási állapot, mellyből valamelly test a tömegének tehetlensége által okozott csekély ellenállást legyőző külerő által is kimozdítottatik a nélkül, hogy a külerő hatásának megszünite után a test előbbi helyzetébe visszatérni törekednék, *bizonytalan nyugvási állapotnak*; amaz pedig, mellyből a test minden csekély erő által ki nem mozdítottatik, s ha kimozdítottatik

tott, a külerő megszűntével ismét visszatér, *biztos nyugvási állapotnak* mondatik.

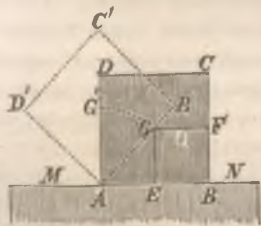
288) *A testek' biztos nyugvási állapotára megkívántató feltétel.* — Ennek feltalálása végett legczélszerűbb lesz azon körülményeket, melyekben a testek nyugvási állapotba jönnek, egyenként tekintetbe venni.

a) Ha a test' súlypontja valamelly mozdulhatlan támasz által *közvetlen* tartatik, az minden helyzetben biztos nyugvási állapotban létezend, valamint ezt minden körényben, melly súlypontján általmenő tengely által tartatik, tapasztalhatni.

b) Midőn a testnek súlypontján fölül eső pontja tartatik, azaz: a test felakasztatik, annak súlypontja nyugvási állapotban az akaszpponttal az irányvonalba esik. — Ha ezen test valamelly külerő által helyéből oldalra kimozdítatik, súlypontja az akaszpponttól távolságnak megfelelő köríven fölfelé emelkedik; honnét magára hagyatván lefelé mén, s néhány ingadozás után az előbbi nyugvási állapotot önként visszanyeri. — Tehát a felakasztott testnek is biztos nyugvási állapota vagyon; mint ezt minden függő testek, de különösen a hajólámpák, és a gurítható lámpák (Rolllampe) tanúsítják.

c) Végre midőn a test' súlypontján alól létező, s az irányvonalba eső pont támasz által tartatik; akkor az egész test nyugvási állapotban van ugyan (284), de nyugvási állapota nem lesz minden esetben biztos. — Ugyanis legyen *ABCD* (84. rajz) egy

84. rajz.



hasáb-alakú, és *MN* lapon nyugvó test, melly *A* pontnál akkép vagyon megerősítve, hogy *G*-ben létező súlypontja ellen irányzott *Q* erő által tovább ne tolathassék, hanem csak *A* szöglet körül fordíthatassék. — Midőn ezen test *Q* erő által *A* szöglet körül fordíttatik, *G* súlypontja *G'*-ig

*GG'* íven folytonosan emelkedni, azon tul pedig szállani fog. — Ha *Q* erő működése előbb megszűnnék, mintsem *G* súlypont *G'* pontba érkezik, akkor természeténél fogva a magasabb helyről mindaddig lejjebb szálland, míg az irányvonal' *E* pontja támaszra nem talál, vagyis míg az előbbi helyzetét vissza nem nyeri. — De ha *ABCD*

test  $Q$  erő által  $AB'C'D'$  helyzetbe fordítatik, melyben súlypontja az általa leírt  $GG'$  ívnek legmagasabb pontjára hág, ezen helyzetben magára hagyatván, teljességgel még nyugvásban maradhat, mivel irányvonala  $A$  szögletre támaszkodik, de biztos nyugvási állapotának, azaz: állhatóságának határát is elérte; mert a legcsekélyebb továbbmozdítás által  $AD$  oldallapra forduland. — Ezekből kitetszik, hogy minden test csak addig képes nyugvási állapotában maradni, míg irányvonala az akasz- vagy támaszponton keresztül-megy, vagyis míg valamely támaszszal ellátott alapjának határai közé esik; ha pedig a test nyugvási állapotából kimozdítatik, abba csak addig térhet ismét vissza, míg súlypontja az általa leírandó ívnek legfelső pontját el nem éri.

*Jegyzék.* Ezen szabályból érthetni:

a) Hogy a bolognai és pisai ferde tornyok' irányvonalának az alap' határai közé kell esni.

b) Hogy azon test, melynek irányvonala alapján kívül esik, nyugvási állapotban nem lehet, tehát mozdulnia kell, míg irányvonala támaszra nem talál. — Igy például könnyű anyagból készült, de karimájában ólmot rejtő kerék a fekkentes lapon mindaddig fordul, míg az ólomba eső súlypontja a lehető legmélyebb helyre nem jut; mert irányvonala csak ezen helyzetben esik a keréknek támaszul szolgáló pontra. — Illy módon készített kerék még a lejtős lapon is fölfelé fordulhat. — Innét érthető a kettős kupnak egy szögletet képző kettős lejtőn csudálatni szokott felgördülése, mely nem valódi, hanem csak látszatos emelkedés. — Bodza-bélből készült, és egyik végén domborura képzett ólomtalppal ellátott báb magára hagyatva, mindenkor az említett ólomtalpra áll. — Ágasokon járó ember irányvonalát a nagyon keskeny alapjának körében állandóan tartani nem képes, s azért elesését gátolni törekedvén folytonosan tipeg, vagy megy; mi által keskeny alapját oda helyezi, a hová irányvonala esik. — A kötélén tánczó ellenben, kinek a kötél felső része szolgál alapul, miszerint a majd jobbra, majd balra hajló irányvonalát e keskeny alapon tarthassa, vagy egyensúlyzó pózna' segédelmével, vagy karjainak ide s oda czélszerű kiterjesztésével szokott magán segíteni; tudniillik az irányvonal jobbfelé hajlásakor balkarját kinyújtván, vagy egyensúlyzóját balfelé tolván testének balfelé nagyobb nyomatékot szerez, s az által az alapon kívül esett irányvonalt arra ismét visszavezeti. — Ide tartoznak azon kézzel történni szokott kapkodások is, melyeket a sikos jéggel borított uton járók az elesés' gátlásaul tesznek; valamint azon karlejtések és düledézések is, melyeket minden ember járás közben testének felső részével majd jobbra, majd balra tesz. — Ugyanezen oknál fogva, ha valamely testnek irányvonala a súlypont' helyzetének változtatával alapon kívül esik, annak mozgásba jönnie kell; — egy czélszerűen alakított lépcsőzetre helyezett chinai bukfenczező nem marad nyugton, hanem szabályos bukfenczeit lépcsőről lépcsőre ismételvén az egész lépcsőzeten leszáll; mert testének egyik üregéből a



másikba átfolyó higany által sulypontja a létrehozandó bukfenczéshez képest folytonosan más helyzetbe jő.

289) *A szilárd testek' állhatóságának meghatározása.* A test' állhatóságának mértékéül azon erő vétetik, mely a testben létező, és azt nyugvási állapotában fenntartani ügyekvő törekvéshez egyenlő. — Ennek nagyságát e szerint határozhatni meg. — Legyen  $ABCD$  (85. rajz) egy hasáb-alakú, és  $MN$  fekvmentes lapon

85. rajz. nyugvó, és  $AB$  iránybani tovább csúszhatásban bármi módon gátolt test. — Ezt a  $G$  sulypontban összesítve gondolható  $P$  suly,  $GE$  irányvonal mentében lefelé mozdítani folytonosan törekszik, de minthogy  $MN$  lapra támaszkodik, annak ellenállása által nyugvásban tartatik. — Ha  $G$  sulypontra a test'  $P$  sulyján kívül, mellynek nagyságát  $GE$  vonal képviselje, egy az  $MN$  lappal egyenközű, és  $GF$  vonal által képviselt nagyságú  $Q$  erő működne; akkor  $G$  sulypont  $GB$  irányban, t. i.  $GE$ , és  $GF$  erők' eredőjének irányában késztenék; de mozgásba még nem jönne, mert ekkor irányvonala még  $AB$  alapnak legszélső, és támaszszal ellátott  $B$  pontjára esik; azonban  $Q$  erőnek legkisebb nagyobbitásával  $P$  és  $Q$  erőkből származott eredő' iránya a test' olly részén menne keresztül, mely  $MN$  lapra többé nem támaszkodik, és így a test  $CB$  oldalára fordulna. — Már ebből önként foly, hogy ha  $Q < GF$  vonal által képviselt erőnél, a test  $P$  sulyjának, ha pedig  $Q > GF$  erőnél, a test  $Q$  erőnek inkább engedelmeskedend; — következőleg midőn  $Q = GF$  erőhez; akkor sem  $P$ , sem  $Q$  erőnek kitünőleg nem enged; azaz: a testet fordítani törekvő  $Q$  erő, és a test' állhatósága közt egyensuly létezik; melly esetben áll ezen arány:

$$Q : P = GF : GE, \text{ honnét}$$

$$Q = \frac{P \cdot GF}{GE}.$$

De a test' felfordítására törekvő  $Q$  erő méri a test' állhatóságát; továbbá  $GF = EB$  méri az irányvonalnak azon párkánytóli távolságát, melly körül a felfordítás történendő volna;  $GE$  nem egyéb, mint a test' sulypontjának az alap fölötti függélyes távolsága; tehát: annál nagyobb a szilárd test' állhatósága; minél nagyobb sulyja, és irányvonalának az alap' párkánytóli távolsága, azaz: minél



nagyobb az alapja, s minél kisebb súlypontjának az alaptól függélyes távolsága.

*Jegyzék.* Az állhatóság' kifejtett törvényéből számtalan tünemények értelmezhetők, egymint:

a) Lámpáknak, gyertyatartóknak, palaczkoknak, és egyéb edényeknek széles alappali ellátása, és alapjoknak ónnal, vagy más nehéz anyagokkal terheltetése; — szénával terhelt szekérnek a kövel megrakotthoz képest könnyebb felfordulhatása; — négylábú állatoknak, a többi körülmények' egyenlősége mellett, erősebb állása a kétlábuakénál. — Ezek egy lábon is állhatnak ugyan, de biztosabb állásuk, ha mind a két lábukat alapul használják, s pedig annál inkább, minél jobban szétterpesztik azokat; mert annál nagyobb a két láb közti, s alapul szolgáló tér.

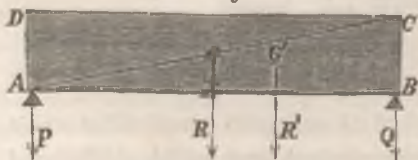
b) A mondottakon kívül megérthetők tovább az emberi test' különböző egyenes állásának azon módosításai, melyeket előről, hátulról, vagy oldalról terhelt emberekben látunk; valamint azon mozdulatok is, melyeket menés, ülés, és fölkelés közben tenni szokunk.

c) Az állhatósági törvényből végre megítélhetni, sőt ki is számíthatni, és összehasonlíthatni a falak, oszlopok, székek, asztalok', és egyéb házeszközök' állhatóságának nagyságát.

290) *A nyugró szilárd test akasz- vagy támaszpontjára nyomást gyakorol.* — Ha a szilárd test csak egy akaszpontról függ, vagy csak egy támaszponton nyugszik, látni való, miszerént nyugvási állapotában illetőleg mind az akasz- mind a támaszpontot egész súlyjával függélyes irányban nyomja. — Ha pedig valamely szilárd test két, vagy több pontokból van felakasztva, avagy több pontokra támaszkodik: akkor a súlyjának megfelelő nyomás minden akasz- vagy támaszpontok között feloszlik, de reájok nem mindig egyenlően, sem mindig függélyes irányban működend. — Mi, hogy annál világosban kitünjék:

a) Legyen  $ABCD$  (86. rajz) egy hasábalakú  $A$  és  $B$  támaszokon nyugró test; ennel

86. rajz.



szokon nyugró test; ennel  $G$  súlypontjában összpontosulva gondolt  $R$  sulya  $P$  és  $Q$  mellékerőkre oszlik föl, melyeknek egyike  $A$  támaszt, másika  $B$  támaszt

függélyes irányban nyomja; de ezen esetben áll ekövetkező arány:

$$R : P : Q = AB : BE : AE, (217);$$

honnét, mivel  $BE = AE = \frac{1}{2}AB$ -hez, leszén;

$$R : P = AB : \frac{1}{2}AB; \text{ tehát}$$

$$P = \frac{R}{2}, \text{ és hasonlókép}$$

$$Q = \frac{R}{2};$$

azaz: a hasáb-alakú test  $A$  és  $B$  pontoknak mindegyikét súlyjának felével nyomja.

Máskép áll a dolog, ha az  $A$  és  $B$  pontokon nyugvó test' hossz-szelvénye  $ABC$  (86. rajz) alakú; mert akkor  $G'$  súlypontból működő  $R'$  súlynak irányától számítandó  $P$  és  $Q$  erők merőleges távolságai más értéket kapnak; ugyanis  $P$  erő távolsága lesz  $\frac{2}{3}AB$ ,  $Q$  erőé pedig  $\frac{1}{3}AB$ ; (285, c); tehát áll:

$$R' : P : Q = AB : \frac{2}{3}AB : \frac{1}{3}AB; \text{ honnét}$$

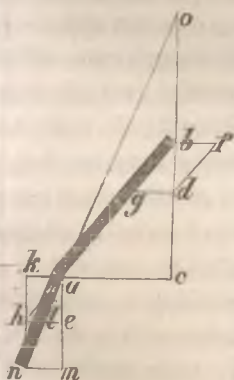
$$P = \frac{\frac{2}{3}AB \cdot R'}{AB} = \frac{2R'}{3}; \text{ és}$$

$$Q = \frac{\frac{1}{3}AB \cdot R'}{AB} = \frac{R'}{3};$$

azaz:  $A$  pontra működő nyomás az egész súlynak csak  $\frac{2}{3}$ ,  $B$  pontra ható nyomás pedig  $\frac{1}{3}$  részét teendi.

b) Ha  $ab$  (87. rajz) gerenda  $a$  végével fektentes lapra,  $b$  végével pedig egy függélyes  $oc$  falra rézsút támasztva vagyon,

87. rajz.



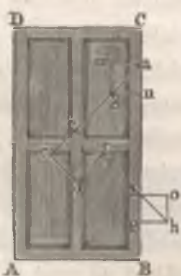
az előbb mondottak szerint súlyjának egyik felével  $a$  pontot, másik felével  $b$  pontot nyomja. — Ezen pontokra gyakorlott függélyes nyomásokat jelentsék illetőleg az  $ae$ , és  $bd$  egyenlő vonalak. — Leirván  $bd$  vonal körül  $bfdg$  egyenközt, ennek  $bf$  oldala a falra gyakorlott merőleges nyomást,  $bg$  pedig a gerenda mentében működőt jelentendi. — Ha  $bg$  erő irányának folytatában  $a$  pontra alkalmaztatva gondoltatik,  $a$  pontra két erő, ugymint:  $ah = bg$ , és  $ae$  működend. — Felbontván továbbá  $ah$  erőt is  $ak$  és  $al$  erőkire,  $ak$  az  $a$  pontra fektentes irányban gyakorlott nyomást mutatja,  $al$

pedig a vele összeeső, és egyenlő  $ae$  erővel együttvéve, vagyis:  $am = ae + al = ae + bd$  az  $a$  pontra ható függélyes nyomást képviseli. — Miből látható: 1) Hogy a falhoz rézsút támasztott ge-

renda mind  $a$ , mind  $b$  pontra fekkentesen, de egymással ellenkező irányokban nyomást gyakorol, melynek nagysága a hasonló  $abu$  és  $bdf$   $\triangle$  szögek miatt a gerenda' felsúlyjához úgy viszonylik, mint  $ac:bc$ -hez; mert áll  $bf(=gd):bd=ac:bc$ -hez. — 2) Hogy  $a$  pontra az egész gerenda' súlyja  $ae+bd=am$  függélyesen nyomván,  $ak$  erővel  $an$  rézsu nyomást eszközli, melynek irányát a két akkorára nyujtott  $cb$  vonal  $o$  pontjából  $a$  ponton keresztül húzott  $on$  vonal adandja; mert áll ezen arány  $nm(=ak):am=ac:2bc$ . — Ha  $ab$  gerenda alá egy másik,  $n$  pontra támaszkodó  $an$  gerenda rézsu nyomás' irányában helyeztetnék, az a felette létezővel együtt nyugvási állapotban leendne; mert általa az egész nyomás  $n$  támaszpontra vezettnék. — Továbbá ha  $bc$  fal másik oldalára a mondottak szerint egymásra helyezett gerendák támasztatnának, kétségkívül ezek is nyugvásban léteznének; — sőt a falnak mindegyik oldalára támasztott gerendák egymást még akkor is egyensúlyi állapotban tartanak, ha a köztök levő fal teljesen hiányzanék, és a felső gerendák' végei  $b$ -nél egymást kellően érintenék. — Ezen elméleten alapszik ama építészeti gyakorlat, mely által szilárd anyagokból erősen álló, és nagy terheket elbíró boltozatok minden közép támasz nélkül létesíthetők.

c) Hogy a támaszokon nyugvó test azokra nyomását nem mindenkor függélyes irányban gyakorolja, egy kitért ajtó körül tett vizsgálódás még inkább tanúsítja. — Legyen  $ABCD$  (88. rajz).

88. rajz.



$a$  és  $b$  sarkokon nyugvó és tárt ajtó. — Ennek a  $c$  súlypontjából függélyesen működő súlyját jelentvén  $cd$  vonallal, azt olly irányú  $ce$  és  $cf$  mellékerőkre feloszthatni, melyeknek elsője  $a$  sarkra, másodika  $b$  sarkra hat. — Továbbá mind  $ce$ , mind  $cf$  oldalerőket irányuk mentében, illetőleg  $a$  és  $b$  sarkokra alkalmazván, lesz  $ce=ag$  és  $cf=bh$ ;  $ag$  erőt az ajtó  $BC$  szélére nézve  $am$  merőleges, és  $an$  egyenközű erőkire,  $bh$  erőt hasonlókép  $bo$ , és  $bp$  erőkire ismét felbontván, világosan kitűnik, hogy midőn az ajtó mind két sarka, különösen  $an$  és  $bp$  erők által lefelé nyomatik, egyszersmind  $a$  sark az ajtóragasztóból  $am$  erővel kifelé,  $b$  sark pedig  $bo$  erővel az ajtóragasztóba befelé késztetik.

## II. FEJEZET.

**Szilárd testek' nyugvási állapota az elemi erőkre nézve.**

291) Midőn a szilárd test' részei, önmagokra hagyatván, egymáshoz se nem közelednek, se nem távolodnak, a bennök létező eredeti vagy elemi erők, t. i. a vonzó és taszító erők egyenúlyban vannak. — Ezen egyensúly' eredménye a szilárd testek' részei közti összetartás; melly már 36 és következő számok alatt tárgyalatott. — E fejezetben először az összetartás által alakított testek' idomáról; azután az összetartás' minőségéről, és mennyiségéről forduland elő szó.

### I. Czikk.

S z i l á r d t e s t e k ' i d o m á r ó l.

292) Az anyagrészecskékre folytonosan ható eredeti erők valahányszor belőlük szilárd halmazatú testeket képeznek, azokat mindannyiszor részarányos alakuakká idomitják, ha különben reájuk akadálytalanul működhetnek: de mégis azon különböztetéssel, hogy az életműves testekben a kerekded, az életműtlenekben pedig a szögletes idomok közönségesek; mert amazokban az említett eredeti erők, egy szóval, az összetartás' működése az életerő által sajátnemüleg módosíttatik. *The solid etc.*

Olly életműtlen test, mellynek felülete részarányosan szerkesztett lapokból áll, *jegőcz* nevet visel. — A természetben számtalan illy test képeztetik, de igen sokban a felületet tevő lapok' részarányossága csak azért ki nem vehető; mivel azok vagy igen parányi jegőczöknek halmazai, vagy nagyobb jegőcznek töredékei. — Az életműtlen testek között minden jegőcz egy önállásu testet, *gyént* képez, valamint az életművesek közt egy növény, egy állat. — Azon testek, mellyek' tömegében semmi *jegőczzésre* nem ismerhetni, *idomtalanoknak* mondatnak.

293) A jegőczzésre megkivántatik, hogy az összetartási erő jegőczzendő anyag' minden részecskéire tisztán, és gátolatlanul



működjek. — Ennekokáért a jegőczképzésre szánt szilárd test hűvösítés, vagy valamely folyadékbani felosztás által folyékony, vagy terjedékeny állapotba tételük, — mi által mozgékonyokká lett részecskéi az összetartási erőnek legkönnyebben engedelmessé válhatnak. — Hogy pedig az összetartási erő czélszerű működését elkezdhesse, eszközölhetni :

a) Lassú meghűtés által a megolvasztott fémeknél, kénél és egyéb anyagoknál, főképen, ha a felületükön megkeménykedett réteg átütetvén az alatta folyó anyagnak egy része kiöntetik. — Ennek meg nem történtével a jegőczzett részek' részarányos szerkezete többnyire csak a törés által származott felületeken lesz észrevehető. — Azonfölül alkalmazható a meghűtés olly sók' oldatainál is, mellyek valamely folyadékban magasabb hőmérséklet alatt nagyobb mértékben olvadnak föl. — Így ha salitrom meleg vízben lehető mennyiségig feloldatik, lassú meghűtés közben az edény fenekére telepedő szép jegőczökké idomul. — Végre a gőzzé változtatott anyagok is jegőczzenek meghűtés által, valamint ezt a kénben, s több sókban tapasztalhatni.

b) Az oldó folyadék' elpárologtatása, vagy annak valamely hozzátett alkalmas anyaghozi kötése által. — Így például konyhasót a víz' elpárologtatása által szokás jegőczíteni; a kénsavas rézeget pedig vizes oldatából, jegőczidomokban megkaphatni, ha az oldat' felületére borszesz töltetik; mert ez az oldathoz szükséges vizet magához vonja.

c) Az oldat' erős összenyomása által; mert ez az oldószer szintugy sűrűbbé teszi, mint a meghűtés. — *Perkins* illy módon a folyó eczetsavból szép jegőczöket állított elő.

d) A jegőczképzés végre némely anyagoknál különösen elősegítettik, ha részecskéikben a jegőczzéshez szükséges első mozgulat gyenge taszítás, vagy szilárd testteli, — de főképen a képzendő jegőczökhöz hasonló nemű jegőczczeli érintés által eszközölhetik. — Ezt kitünőleg a kénsavas szikegnek forró vízzel készült oldatában tapasztalhatni.

Mindezen segédmodok csak képesint alkalmazandók; mert különben hevenyiben igen sok apró jegőcz képeztetnék, mellyek egymást kellő helyzetük' választthatásában gátolván, egy nagyobb jegőczczé nem egyesülhetnének, és a legkedvezőbb körülmények között is csak apró jegőczök' halmazát adnák. — Azonban a jegőcz-

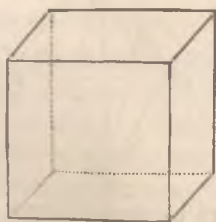
Almazok is némellykor igen csinos, bokrok- és fákká alakulnak, mint ezt a nemtelenebb fémek által czélszerűen lecsapatott ezüst, és ólom növényzetekben, az ablaktáblákon téli időben képződni szokott jégvirágzatokban láthatni, vagy az ónnal bevont vaslemezeken előtűntethetni; ha azoknak felszíne, minekutána helylyel helylyel az ón' olvadásaig fölhevített, hígított kénsavval, vagy késsavval leéteik.

294) A vízben feloldott testek jegőczzésük folytában többire abból is vesznek föl magokba bizonyos mennyiséget, mely *jegőviznek* neveztetik. — Ez az ilyen jegőcznek elkerülhetlen része; mert mihelyt belőle akár meleg által kihajtatik, akár a legkönnyebb magától elpárolog, a jegőcz azonnal szétmállik. — Némelly jegőczökben üregek is láthatók, melyek vagy tulajdon anyalugakkal telvék, vagy valamelly légnemet foglalnak magokban.

295) A jól kiképzett jegőczök' idoma mindig részarányosan elhelyezett lapok által határoztatik. — Ennek következtében a jegőczidomban *lapokon* kívül *élek* és *csucsok* léteznek. — Azon képzett pontok, melyek a jegőczidom' középpontján keresztülhatván az egyik két ellenfekvő csucsait, vagy két ellenfekvő éleknek, és lapoknak középpontjait kötik össze, általánosan *tengely* név alatt ismertnek, s különösen pedig csucsok, élek, és lapok' tengelyeinek neveztetnek. — Azon tengely, melyre merőleges irányban tett felvétel a jegőcz' tömegén szabályszerű területet képez, *főtengelynek* mondatik. — Ha a jegőczidomnak csak egy főtengelye van, *egytengelyű*, különben *többszörös* *jegőcz* nevet visel.

296) A jegőczidomnak lapjai vagy egyen, vagy külön neveztűek, az első esetben *egyszerű*, a másodikban *összetett* jegőcz-

89. rajz.



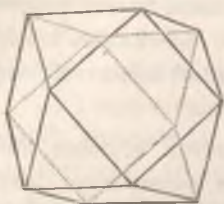
90. rajz.



idomnak mondatik. — Így a *hatlaprú* (hexaëdron) és *nyolclap-*  
*rú* (oktaëdron) (89. és 90. rajz) egyszerű idomok; mert az első

hat négyszögénytől (quadratum) a második nyolcz egyenszáru háromszögénytől határozttatik; ellenben a 91-dik rajzi idom összetett

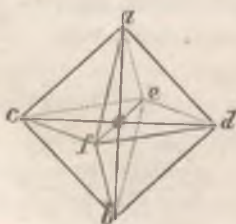
91. rajz.



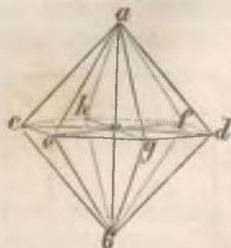
mert nyolcz egyenoldalú háromszögényből és hat négyszögénytől környeztetik. Már ezen példából is kitünik, hogy az összetett jegőczidomok úgy tekintendők, mint két egyszerű idomnak egy középpont körüli képzése, s ezért *párasodott* idomoknak is nevezetnek.

297) Az egyszerű jegőczidomoknak egymással összalakulástól nagy mennyiségű összetett jegőczidomok keletkeznek, mivel összalakulásuknak szabályai szorosan meghatározhatók, ezeknek ismerete lehetségessé teszi mindannyi jegőczidomokat néhány kevés egyszerű idomból származtatni. — Azon egyszerű idomokból több összetetteket származtatunk, *alapidom*; egyes alapidomból eredett jegőczök csoportja *jegőczrendszernek* nevezetül. — *Naumann* szerint hat jegőczrendszer vagyon: 1) *Egytengelyű* (isometrisch); ennek alapidomát *nyolczlapvány* teszi, melly nem egyéb, mint kettős, s aljaikkal összetett négy lapú csúcs (pyramis); *ab*, *cd*, és *ef* (92. rajz) csúcstengelyei egymásközt merőlegesek, és egyenlők; lapjai egyenoldalú háromszögek; fekvő mentes élei *ce*, *cd*, *df*, és *fc* négyszögényt képeznek. — 2) *Egy és két tengelyű* (monodimetrisch); ez az előbbiől csak abban különbözik, hogy a függélyes *ab* (92. rajz) tengelye a fekvő mentes *cd* és *ef* tengelyeknél vagy hosszabb, vagy rövidebb, s következőleg lapjai is

92. rajz.



93. rajz.



nem egyenoldalú, hanem csak egyenszáru háromszögények. 3) *Egy és három tengelyű* (monotrimetrisch); ez kettős, alapjaikkal összetett, hat lapú csúcs (93. rajz), *ab* tengelye a fekvő mentes három



gelyeknek mindegyikére merőleges, ezek pedig egymást 60°-os szöglet alatt vágják; fekmentes éleitől körülvelt közös alybályos hatszögény} lapjai egyenszárú háromszögények. 4) *egyetelen tengelyű* (anisometrisch); ennek alapidoma négylapú, kettős csucsag, melyben a három csucstengely egymásra merőleges ugyan; de egyik sem egyenlő a másikhoz; a *fekmentes*, és *egyenlő éleitől környezett közös aly dülényt* (rhombus) képez, melynek egyetelen oldalú háromszögények. 5) *Egy ferde tengelyű* (monoklinometrisch); melynek alapidoma szintén négylapú, kettős, az előbbtől abban különböző csucsag, hogy a függélyes tengelye a fekmentesek' mindegyikére merőleges ugyan; de ezek egyetelen ferde szöglet alatt vágják; tehát a fekmentes élek által körülvelt közös aly dülényded (rhomboid). 6) *Három ferde tengelyű* (triklinometrisch), alapidoma olly négylapú, kettős csucsag, melynek mind a három csucstengelye egymást ferdén szegi, közös alyja pedig dülényded. A két utolsó rendszer' alapidoma természetben mindig valamely más jegőczidommal összalakulva találtatik, önállóan pedig sohasem fordul elő. — (Lásd: *Grundriss der Krystallographie von Naumann, Leipzig 1830.* — *Grundzüge der Krystallographie von Dr. I. Müller, Braunschweig. 1845.*)

*Jegyzék.* Naumann jegőczrendszerén kívül vannak még mások is Weiss- és Mohs-tól alakítottak. — Lásd: *Leichtfassliche Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreiches von Frid. Mohs, Wien 1836.*

298) A jegőczök' részarányos külső idoma azoknak belső szerkeztményét is szabályszerűnek gyaníttatja. — Ugyanis csak minden jegőcz bizonyos irányokban egyenes lapú levelkékre bontható; honnét ezen hasogathatási irányzatok *jegőczlevelké'* *menetelének* neveztetnek; s minden jegőczben legalább is három ilyenben föllelhetők. — Ha a jegőcz' levelkéi minden benne találkozó *menetelek* szerint mindaddig lefejtetgettetnek, míg a külső leveltéből semmi sem marad: egy részarányos, és sokszor szabályos alak áll elő; melly *Haüy* után *belső alaknak* (Kerngestalt) neveztetik. — Midőn a jegőcz' külső lapjai a levelké' menetelével összeköszűk, a jegőcz' külső, és belső alakja egyidomuak, ellenben más esetben különbözők; de egy rendszerbeli jegőczöknek, bár egy különbözők legyenek is külső alakjaik; belső alakjuk mindig azonos. Eddig hat belső alak ismeretes: 1) *négylapván* (tetraëder), 2) *hatlapván* (hexaëdron), 3) *nyolczlapván* (octaëdron),



melly név alatt itt minden kettős, s aljaikkal összenőtt négylapú csucsag értetik; 4) *rendes hatoldalú hasáb* (prisma sexangulare); 5) *háromszögös tizenkétlapvány* (dodekaedron triangulare); 6) *dűlő nyes tizenkétlapvány* (dodekaedron cum rhombis). Ha ezen belső alakok, vagy a róluk lefejtett részek levelkék' menetelében még kisebb részekre elválasztatnak, azok mindannyian hasonló, és részarányos idomuak lesznek, és a jegőcz' *egészítő részecskéinek* mondatnak.

299) Az egészítő részecskék' részarányos alakjából következtethetni: hogy azok egymással nem minden irányban egyenlő erővel törekszenek összefüggésbe jönni; hanem van egymásra néző bizonyos helyzetük, mellyben kölcsönösen egymásra leginkább hatnak; s csak ezen következtetett tulajdona az egészítő részecskének teszi érthetővé: miként alakulhatnak a magokra hagyott részecskék oly részarányos testekké. — Minthogy pedig lehetséges, hogy egy jegőczrészecske több helyzetben gyakorolja vonzó erejének legfőbb hatását; az is érthető: miért képeznek gyakorta egymással anyagok *különféle idomú* (dimorphe), avvagy *különnemű anyagú egyidomú* (isomorphe) jegőczöket. — Továbbá ha a jegőczrészecskék nem minden irányban egyenlő erővel hatnak egymásra: — az gömbalakuak nem lehetnek, és mivel jegőczzés közben egymással az erősebb vonzalmú pontjaikban erősebben is egyesülnek, minden irányban egyenlő tömörségű jegőczöt nem képezhetnek, mit — mástüneményeket még itt nem említvén — a tapasztalás már azzal igazol, hogy a jegőczök' részei nem minden irányban egyenlő erővel választathatnak el egymástól.

300) A jegőczök a nem jegőczzött testektől több tulajdonaikra nézve szoktak különbözni, kétség nélkül azért, mert jegőczzés képzésében az összetartási erő akadatlanul működik, emezeknek pedig összeállásában többé kevesebbé korlátoztatik. — Jegőczzés által a testek többnyire merőbbek, keményebbek, és átlátszóbbak lesznek; így a szén és agyag, mellyek idomtalan állapotukban sem különös keménységűek, sem átlátszók, megjegőczzván átlátszókká válnak, és oly keménységet kapnak, hogy a többi merev testek felületét karczolni képesek, miként ezt a gyémántban és zafirban tapasztalhatni. — A jegőczzött anyagra még a savak is kevesebbet hatnak, mint az idomtalanra, s ezen különbségen alapul némi, melly fémek' és meteorkövek' jegőczzési állapotának az általi ki-

intetése, aczélkészítményeknek ugynevezett damaszczirozása, ha  
külső rétegük savak által leéteetik. — Ezekről lásd: *Naturlehre von*  
*Dr. Andreas Baumgartner, 7-te Auflage. 1842. Seite 118—127.*

## II. Cikk.

### A szilárd testek' összetartásának minőségéről.

301) Minthogy a szilárd testek' részecskéi, helyzetükből  
mozdítható, sőt sokszor csak tetemesb erő által mozdíttathatnak ki;  
ezért az összetartási erőre nézve állandó nyugvási állapotban léte-  
zőeknek tekintendők. — Míg valamely reájuk ható erő által változ-  
tatott helyzetüket annak megszűntével ismét visszanyerik, addig  
ugyanazon állandó nyugvási állapotukban vannak; ha pedig a reá-  
juk működött erő' megszűnte után előbbi helyzetükbe vissza nem  
járnak, akkor egy új nyugvási állapotba mentek által; mellyből  
ismét csak valamely erő' hatása által mozdíttathatnak ki. — Azon  
erő nagyság, melly a szilárd testek' részecskéinek egyik nyugvási  
állapotból a másikba áthelyezésére megkívántatik, a szilárd testek'  
összetartásának minőségét határozza meg.

302) Azon test, mellynek részecskéi nyugvási állapotukból  
kevély erővel kimozdíthatók a nélkül, hogy összetartásukat elvesz-  
szenék, vagy előbbi helyzetükbe visszatérnének, *puha*; az pedig,  
mellynek részei csak nagy erő' hatásától készletve változtatják meg  
előbbi helyzetüket, *kemény*. — Mind a puhaságnak, mind a ke-  
ményiségnek megvannak a maga fokozatai; a puhaságnak legfőbb  
foka a folyóság; — a keménységnek gondolható legfőbb foka az  
olvasztás, mellyben a test minden lehetséges nyomásnak változás nél-  
kül ellentállana. — Két test közül az a keményebb, melly a má-  
siknak észrevehetőbben karczolja, e szerint a gyémánt és nehén-  
y minden testeknél keményebbek.

303) Olyan test, mellynek a reá ható külerő által helyből  
mozdított részecskéi előbbi helyzetükbe azonnal visszamennek, mi-  
előlt az említett külerő működni megszűnik, *rugalmas*-nak, és pedig,  
amint a test változtatott alakját vagy teljesen, vagy részletesen nyeri

viszsa, úgy vagy tökéletesen-, vagy tökéletlenül rugalmasnak mondhatik. — Szorosan véve egy test sem tökéletesen rugalmas, ha a reá ható erő kelleténél nagyobb; ellenben bizonyos határon túl nem haladó erőre nézve minden test tökéletes rugalmasságúnak tekinthetetik, de ezen tök. rugalmasságnak határai külön testekben, sőt ugyanazon testben is külön körülményekhez képest igen is különbözök. — Így az edzett acél, vert sárgaréz, üveg, elefántcsont, halsont, ruggyánta, lószőr, stb. egyéb testeknél szembetűnőleg rugalmasbak. — Hideg vízben meghűtött acél nagyobb rugékonysággal bír a légben meghűtöttnél, kalapált fémek az öntötteknél: nedves fa a száraznál, vékony üvegszálak a vastagabbaknál. stb.

*Jegyzék.* A szilárd testek' rugalmasságát különféle kezelésekkal, például hirtelen vagy lassú, nagyobb vagy kisebb mértékbeni meghűtéssel, melegítéssel, kalapálással, hengerezéssel, más anyagokkal keveréssel szembe-tűnőleg módosíthatni. — Így az izzásig hevített, és hirtelen hideg vízbeolajba, fagyuba mártott acél üveg gyanánt törekeny. Ha továbbá ismét megmelegíttetik (de nem az izzásig) és azután halkan a légben meghűttetik, törekenysége vesztéségével rugalmasbá lesz. — Különösen, ha a fehéresszínű, és üveget karczó acél R. 177°-ig melegíttetik, sáppadt sárga színt vesz fel; s eddig melegítik a lándzsák' acélvasát; 185°-nál szalma-színűvé válik, eddig melegítik a borotvák, és sebcszi műszerek' acélvasát; — 194°-nál aranszínű lesz (tollkésekben); 203°-nál barna (fémek' vágására készített műszerekben); 222°-nál bársonyszínű (ollókban s fejszékben); 230°-nál világoskék (késekben és rugonyokban); 234°-nál tökéletes kék (furókban és fűrészekben); 253°-nál sötétkék, és olly hajlékony, mint ezt a finomabb kézi fűrészek kívánják. — (*Tar cz y Lajos természettan 1842. I. kötet. 53. lap. — W. Eisenlohr Lehrbuch der Physik, Mannheim 1844. 22. lap.*)

304) A testek' tökéletes rugalmasságának nagyságát többféle utakon lehet meghatározni. 1) Azon hosszúság' kikutatása által, mellyel a testből készült, és függélyes helyzetben megerősített vessző megnyulik, ha annak alsó végére a rugalmasság' határát túl nem hágó teher akasztatik, vagy mellyel az említett vessző rövidedik, ha annak felső vége kellően terheltek. 2) Azon hajlás' megmérése által, melly előáll, ha a rudalakú, s két végén támaszokon nyugvó test' közepére, vagy csak az egyik végén fekvő helyzetben megerősített rud' másik végére elegendő teher rakatik, vagy akasztatik. 3) Azon tekeredés' kipuhatolása által, mellyet az egyik végén megerősített rud szenved, ha a másik végére bizonyos nagyságú súly akkép alkalmaztatik, hogy az az említett rudat tengelye körül megfordítani törekedjék. — Ezek közül bár-

...melyik mód választassék is, tapasztalás után bizonyos: *hogy a testek' térfogatában okozott változások* (nyúlás, rövidülés, hajlás, megeredés) *egyenes viszonyban vannak az ezeket eszközölő erőkkel.*

**I. Jegyzék.** *Young* szerint a tökéletes rugalmasság' határai közt ugyan a testre működő nyomás által okozott rövidülés  $= r$  a testnek nyomás előtti hosszához  $= h$ , mint a nyomást okozó teher  $= t$  azon súlyt jelentő  $m$  számhoz, mely a test' rugalmasságának nagyságát kifejezi; ennél fogva áll,  $r: h = t: m$ ; ennént  $m = \frac{ht}{r}$ ; tehát a test' tökéletes rugalmasság-mértéke azon súlynagys-

ág, mely a test' hosszának az öt nyomó teherrel szorozatából ered, ha az a nyomás által okozott rövidüléssel elosztatik. — Ezen mértéket *Young* a rugalmasság' *mérké*-nek (modulus) nevezte, és a tökéletes rugalmasság' határai között állandó mennyiségnek találta. — *Lagerhjelm*' kísérletei után az itt füzendő testek' rugalmassági mérkét ezen számok fejezik ki:

Aczél . . . . .	1085	Ezüst . . . . .	443
Lécvas . . . . .	1070	Üveg . . . . .	368
Réz . . . . .	686	Öntött sárgaréz . . . . .	325
Öntött vas . . . . .	658	Ólom . . . . .	118
Sárgarézhuza . . . . .	522.		

**II. Jegyzék.** A rugalmas testek, egy szóval rugonyok, számtalan kétféleképpen használatnak; ilyenek például az ajtózárok, órák, hintók, mérlegek, és erőmérők. — Ezen utolsónak némelly nevezetese példányait e helyett különösen tárgyalandóknak véljük:

**a) Rugonymérleg.** Ennek egyik neme csavaralakulag összetekert aczélrugonyból áll; mely felső végével egy üres henger' felső fenekéhez erősítve, alul a henger borítékából kiálló rudacskába végződik; ha ennek gajmujára egymás után 1, 2, 3 . . . fontnyi terhek felakasztatnak, a rugonynak általuk okozott hosszulásai rája jegyeztetnek föl, — minek megtörténtével e készítményt más testek' súlyának meghatározása végett szokás használni. — Másik neme a rugonymérlegnek *abcde* (94. rajz) tojásdad görbületű erős aczélrugony-

94. rajz.

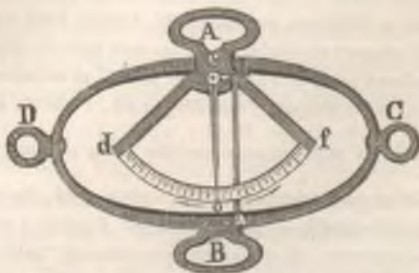


ból, és ennek *b* pontjával összekötött *gi* sárgaréz lemezből áll, melyre a mutatandó fontok' száma vagyon feljegyezve. — Ha ezen mérleg *a* pontján átható gyűrű' segítségével felfüggesztetik, *k* gajmura pedig valamelly teher akasztatik: akkor *d* pont, mely egyszersmind *def* mutatónak tengelyeül szolgál, lejjebb száll, *e* pont pedig, melynél *def* mutató az aczélrugonyon csinált lyukon keresztülmegy, fölemelkedik, és ekkép a mutató *gi* lemezen a felakasztott testnek súlyját, fontokat jelentő számokban mutatja. — Értetődik: hogy ezen számok *gi* lemeze csak úgy jelettethetnek föl, ha *k* kampóra mindig több és több fontnyi terhek aggattatnak.



b) *Horner' erőmérője*. Áll ez *ADBC* (95. rajz) kerülek alakú, körülbelül 12 hüvelyknyi hosszú, és 5 hüvelyknyi széles acélgyűrűből, mely a

95. rajz.

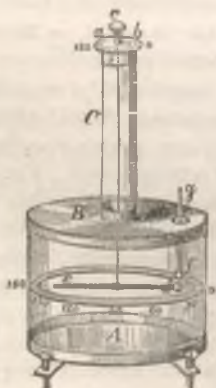


rovatos *df* ív' *c* pontja körül mozogható *co* mutatónak bop karával *ab* acélvessző által akkép vagyon összekötve, hogy a mint vagy *A* és *B*, vagy *C* és *D* részek húzást, által egymástól távolíttatnak, úgy a mutató 0-tól vagy *d* vagy *f* felé mozdul, és a *df* ív' rovatain fontokban mutatja az erőmérőre ható erő nagyságát. Ehhez nagyon ha-

sonló *Regnier' erőmérője*, melyet *Rumford* a befogott ló hámfája, és szekér közé alkalmazván tapasztalá, hogy széles talpú kerekekkel ellátott szekér vonására sokkal kevesebb erő kívántatik, mint, midőn a szokásban lévő kerekek használatnak; a lovak közönséges kövezeten üetve csaknem három annyi erőt fordítanak a kocsi' húzására, mint lassan lépve; holott azt egyenes, és kemény uton csaknem egyenlő erő-megfeszítéssel lépve, vagy üetve vonhatják. — Az erőmérő *Muncke* által igen czélszerű módosítást nyert; de ennek mibenlétét lásd: *Gehler's phys. Wörterbuch*, II. kötet 719—723 lap, — és *Gerstner's Handbuch der Mechanik*, I. kötet 215—217 lap.

c) *Coulomb' tekermérlege* (Drehwage). Ez csak csekély erők' mérésére, és összehasonlítására használható műszer. Szerkezete a következő: *A* (96. rajz) egy hengeralakú üveg edény, sárgaréz *B* lappal befödve, ennek átfurrt közepebe ragasztva vagyon *C* üvegcső; melynek felső végén 360 fokra osztott,

96. rajz.



és az üvegcsőn fordítható hüvellel ellátott körényalakú *a* lemez létezik; ezen lemez' közép lyukában kevés surlódással fordítható, és *b* mutatóval összekapcsolt *c* szoríttú vagyon, melybe egy finom, és alól *de* léczecske két fekmentes helyzetben tartó huzal, haj-, vagy selyemszál csiptetik. — Végre *B* rézfödön keresztül *fg* vessző van dugva. E műszer használatakor legelőször is *b* mutató 0-ra igazittatik; azután *a* lemez mindaddig fordíttatik, míg *d* és *f* kerekcsapok egymást nem érintik; és ekkor *de* léczecske is *d* végével az *A* henger' oldalára metszett fokrovaton 0-ra mutat. — Ha már most *fg* vessző által bizonyos erő *d* lapocskára taszítólag működni hagyatik, látni való, hogy *d*, *f* lapocskától mindaddig el távozand, és így a huzalon mindaddig tekeredést

okozand, míg ennek ruganyossága az említett taszító erővel egyenlő nem lesz. — Bizonyos erőnek a másikkali összehasonlítása végett legyen *d* és *f* la-

reszkák egyik erő által okozott egymástól távozásuk az üvegedényre metszett krovaton például  $5^\circ$ ; a másik erő által létrehozott távozásuk pedig  $7^\circ$ ; ekkor árdíttassék a  $b$  mutató ellenkező irányban; míg  $d$  ezen második esetben is  $f$  pocskától 5 foknyi távolságba nem jő, mint az elsőben volt, és nézessék, mennyi fokot tett meg  $b$  mutató; ezeknek száma, például 12, a  $d$  és  $f$  közötti 5 kkal együtt = 17, adja a huzalnak azon tekeredési nagyságát, mely a második erőhöz egyenlő; az összehasonlított erők' nagyságaik tehát egymáshoz egy lesznek, mint 5 vagy 17-hez.

d) *Hook' tekermérlege* (Torsionswage) nem egyéb, mint egy kisebb-erő közönséges mérleg, mely egy fekmentes helyzetben kifeszített, és a *lérleg'* rudján mozdulatlanul keresztülvezetett fémhuzalnak középpontján vugszik. Ezen mérleg fölötté kis súlyocskáknak meghatározására használható.

305) Ha valamely erő' hatása olly nagy, hogy általa a test' részecskéi rugalmasságuk' határán túl mozdíttatnak, akkor ezek egy uj, de az előbbtől különböző rugalmassági súlyegyenbe jönnek, vagy elválnak egymástól; első esetben a test *nyulékony*, a másodikban *törékenynek* mondatik. — Nyulékonyság' nagyságát azon hosszulás méri, melyet a test részecskéinek elválása nélkül, áll; ez valamint különmemű testekben, úgy egynemű testekben, de különböző hévmérsékben nagyon különbözik. — A nyulékony testek közéletben kalapálás, huzalozás (Drahtziehen), hengerezés (Walzen) által szoktak nyujtatni; — nyujtási könnyűsége ezve a gyakrabban előforduló fémek ezen rendben következnek: óm, ón, arany, horgany, (melegítve) ezüst, réz, ércny, vas. — törékenység pedig nem egyéb, mint igen alacsony fokú nyulékonyság; s legnagyobb mértékben mutatkozik, midőn a test' fölhevített anyaga hirtelen meghűtetik; mint ezt a hevenyiben meghűtött acélban, de leginkább az üvegben, s nevezet szerint, bolognai palaczkokban, üveg-csöppökben, és üveg-gelesztákban szembetünőleg tapasztalhatni. — Gyakran két nyulékony fém' ötenye is töredékeny tömeget képez.

306) *Az összetartás' különféle minőségének oka.* Minthogy szilárd testek többé kevesebbé mindig jegőczidomokat törékennek fölvenni, ezeknek pedig egészítő részecskéi egyenes lapokkal határozott idomuak, következik: hogy a szilárd testnek annál keményebbnek, rugékonyabbnak, és illetőleg törékenyebbnek kell lennie, minél nagyobb alakú, minél kevesebb lapoktól határozott, egymáshoz közelebb helyezett egészítő részecskékből áll; ellenben annál puhábbnak, nyulékonyabbnak, tehát kisebb rugalmasságúnak

is kell mutatkozni, minél apróbb, több lapú, és egymástól távolabb helyezett egészítő részecskékből vagyron alkotva. Minélfogva tökéletesen gömbalakú részecskékből keletkezett test már nem szilárd, hanem híg halmaz-állapottal bír.

### III. Czikk.

#### A szilárd testek' összetartásának mennyiségéről.

307) Midőn valamely külerő' hatása által a szilárd test' részecskéi egymástól elválaszthatnak, akkor a test vagy *elszakad*, vagy *eltörik*, vagy *szétzuzik*, vagy *széttckeredik*; — a mint az említett erő a testre különböző irányokban működik. — Azon ellenállás, mellyel a test, részecskéit szétszakítani törekvő erő ellen hat *átalános*; az, mellyet az eltörő erőnek ellenszegez, *viszonyos*; az, mellyel a szétzuzó erő ellen küzd, *viisszaható erősségnek* vagy *összetartásnak* neveztetik.

308) *Az általános erősségnek kikutatása.* E végett a testekből egyenméretű henger-, vagy hasáb-alakú rudak képeztetnek, és minekutána felső végüknél fogva függélyes helyzetbe felakasztattak, alsó végük több és több súlyyal mindaddig terheltetik, míg csak azok el nem szakadnak. — Illy módon tett kísérletekből kitetszett: *hogy annál nagyobb a test' általános erőssége, minél nagyobb részecskéinek saját természetüktől függő összeragadásai s minél nagyobb az elszakítandó test' keresztmetszete.* — Ha tehát az elszakításnak ellenszegülő test' kereszt-szelvényét jelenti  $s$ , és ennek mértékegységeül tekintendő részecske' sajátmű összetartását  $f$ ; léssen annak általános erőssége:  $a = fs$ .

*Jegyzék.* Az  $f$  értéke különféle anyagokban több természetvizsgálók által kísérleti uton meg vagyron határozva; — az itt elősorolt fémek', és fák' erőssége' nagysága *Eytelwein* és *Gerstner* munkájából kiszemelve, és egy négyszögű bécsi ujjnyi szelvényre kerekszámú bécsi fontokban vagyron kifejezve.

Öntöttvas.....	16000— 19000	Kalapálréz .....	30000
Kalapáltvas .....	58000— 66000	Rézlemez.....	26000
Vaslemez.....	45000— 50000	Rézhuza.....	35000
Vashuza.....	72000—104000	Sárgarézhuza.....	45000
Aczél.....	100000—120000	Ezüsthuza.....	34000
Öntöttrez .....	28000	Érenyhuza.....	50000



Aranyhuzal . . . . .	27000
Öntöttön . . . . .	4200
Élőm . . . . .	1700
Lehérfenyő . . . . .	10000
Törősfenyő . . . . .	11000
Lehérbükkfa . . . . .	17000
Törősbükkfa . . . . .	18000
Kölgyfa . . . . .	21000
Nárszla . . . . .	12000

Nyírfa . . . . .	20000
Mogyorófa . . . . .	14000
Fűzfa . . . . .	11800
Nyárfa . . . . .	11600
Diófa . . . . .	13000
Almafa . . . . .	9100
Körtvélyfa . . . . .	8800

azonban az efféle erősségi meghatározatok nemcsak külön, hanem egymemű anyagokban is szembetűnőleg szoktak egymástól különbözni; mert sokféle szálbonyire mértékre nem vonható körülmények' befolyásai az egymemű testek' erősségét is teleemesen szokták módosítani. — Így például hirtelen hűtés által a vas' erőssége nő, réz é fogy; öntött fémek mérsékelt kalapálás által összefüggőbbek; kelleténél tovább folytatott által pedig törékenyek lesznek. — Hullá alakított fém jóval erősebb ugyanazon átmetszetű öntött, vagy kalapáltnál; mert huzalozás által a fémrészecskék egymáshoz közelebb nyomatnak, és a huzalozatok egyenletesben összefüggő részekből állnak, minthogy a réteges tömeg huzalozáskor többnyire elszakadván huzal-gyártásra alkalmatlan. — Szál fölül igen változik a fémek' erőssége, ha azok más fémekkel, vagy egyéb anyagokkal vegyesülnek. — A szíjjas réz ónnal összeolvasztva keményebb tömeggé lesz, mint az álgyuötvényben láthatni; réz és horgany másként erősebb sárgarézet adnak. — A vas 5% szénenynyel öntött vasat; 0,9 s 1,9 szénad résznyi szénenynyel aczelt, ½ % szénenynyel léczvasat képez. (Thomas *Lehrbuch der Chemie, Braunschweig 1840, a vasról*). A közönséges szél Faraday szerint sokat nyer jóságában, ha ½ % ezüsttel, vagy mi még kényelmesebb ½ % röténynyel elegyítetik. (Gilb. *Annal.* 69. kötet 179. lap.) Továbbá az egymemű fák sem mindig egyenlő erősségűek; más a hegyes, más a lapályos tájon termett fák' erőssége; sőt ugyanazon fának törzsökében, ágaiban, és gyökereiben is különböző. — Végre az egyenlő vastagságú kötelek közül azok az erősebbek, melyek finomabb szálú kenderből gyártottak; — a szálkészítésben csak akkora sodrás tartatik czélszerűnek, melly által a kötél' szálai hosszaiknak ¼-át vesztik el; ennél nagyobb sodrás által a szálak használatul feszítettnek, és ugyanazon állapotba vannak, mintha reájuk akasztott szál által folytonosan erőltetnének. — A kötelekre kenetni szokott kátrán megkönnyíti azokat; mert a légben megkeményedvén őket törödékenyekké teszi. Fonott zsinórok, és szalagok ugyanazon tömegű sodrottaknál, fejéřitlenek fejéřitetteknel, nedvesek a szárazoknál, selyemből készültek a kenderből, pamutból készülteknel, hajból fonottak a szőrből fonottaknál erősebbek.

309) *A viszonyos erősségnek meghatározása.* — A testekből egy lapú hasábok készítettnek, és egyik végük, minekutána másik végüknél fogva megerősítettven fekvő helyzetbe tétettek, mindaddig terheltek, míg el nem törnek. — Illy módon tett kísérletekből kiviláglik, de hányítás által is bebizonyítható, hogy bizonyos



anyagának a saját összetartásának ( $f$ ) befolyása mellett, annál nagyobb viszonyos erőssége; minél nagyobb szélessége, és magasságának négyzete, s minél kisebb hosszúsága; tehát a hasáb szélességét  $b$ , magasságát  $h$ , hosszát  $l$  betűvel jelentvén, lesz a viszonyos erősség:  $v = \frac{fbh^2}{l}$ .

*I. Jegyzék.* Mivel a viszonyos erősség azon  $P$  teher által méretik, melly a hasáb' végére akasztatván azt eltörni képes; az egymásra ható, és egyensúlyban létező erők' elméletéből áll  $P.l = fbh^2$ ; honnét azon suly, mellyet egyik végén megerősített hasáb másik végén eltörésig megbir, lesz:  $P = \frac{fbh^2}{l}$ .

— Ha a fekmentes hasáb mind a két végével erős támaszokon nyugodnék, s az eltörést eszközölő  $P$  suly annak közepére akasztatnék, lenne:  $\frac{P}{2} \cdot \frac{l}{2} = fbh^2$ ,

honnét  $P = \frac{4fbh^2}{l}$ , azaz: ezen helyzetben az említett hasáb előbbi sulynál

négyszer annyit birna el. — Továbbá ha az imént említett módok szerint megerősített hasábra rakott teher, annak egész hosszában egyenletesen volna felosztva; akkor a törést okozandó teher' nagysága mind a két esetben az előbbieknél két akkorára rugna. — Ugyanezen elveknél fogva könnyű átlátni: miért áll a törésnek jobban ellen egy üres henger, mint ugyanazon tömegű tömör (massiv) henger; minek bölcs alkalmazását a növények' száraiban, madarak' tollaiban, és állatok' csontjaiban szemléljük.

*II. Jegyzék.* Midőn valamelly testre eltörése végett erő alkalmaztatik; a test előbb meghajlik, mi által a homorú oldalán létező részecskék közelednek, a domborún pedig távoznak egymástól; utóbb elválnak ezek, még pedig a törékeny testeknél a törési átmetszetbe esők egyszerre; — ellenben szíjjos testeknél csak egymás után. — Minthogy pedig azon meghajlás' eszközzésére, melly a törést megelőzi, bizonyos idő kívántatik, érthetni: hogy ha a törésre különben elegendő nagyságú nyomó teher az eltörendő testen sebesen tovább surran, azt el nem törheti; mert az idő' kicsinyisége miatt a szükséges meghajlást létre nem hozhatja. — Innen van, hogy vékony deszkán sebesen végig futhatni, vékony jégtablán keresztül csuszhatni a nélkül, hogy az első el, a másik betörnék.

310) *A visszaható erősség' nagysága különböző;* a mint a szélzuzandó test rövid, vagy hosszú. — Első esetben a nyomott test rövidebbé, és vastagabbá lesz; azután a felső részei vagy lesikamlanak az alsóbbak fölött; vagy ékek gyanánt nyomulnak az alsóbbak közé, vagy függélyes levelkékre, és szálakra oszlanak, azután pedig összezuzódnak. — Második esetben a test, előbb meghajlik, azután válnak el részei egymástól; ezen esetben a vissza-

ható erősség a test' szélességével, magasságának köbével egyenesen (itt a magasság által egy négyszögű átmetszetnek legkisebb oldala értetik) és a test' hosszának négyzetével visszas arányban vagyon. Lásd *Eytelwein's Handbuch der Statik fester Körper*, II. kötet, 431—433 lap.

## MÁSODIK SZAKASZ.

### Szilárdmoztan.

(*Geodynamica*).

311) Mivel a szilárd testek, és azoknak részecskéik többnyire vagy a nehézségi, vagy az elemi erők által hozatnak mozgásba; előbb a nehézségi, azután az elemi erőket illető moztant tárgyalandjuk.

#### I. FEJEZET.

##### Szilárdmoztan a nehézségi erőre nézve.

312) Valahányszor a szilárd test' egyensulyi állapotára szükséges, és 284-dik szám alatt kifejtett körülmény hiányzik, annak mindannyiszor a folytonosan reá működő nehézségerő által a föld' középpontja felé mozdíttatnia, azaz *esnie* kell (27). Az esési mozgás különféle szempontok tekintetéből különböző, nevezetesen:

a) Ha az eső testre a nehézségerőn kívül semmi más erő nem működik, *szabad esésnek*;

b) Ha a test egy lejtőn, azaz ollyféle síkon, melly a fekvő sikkal hegyes szöget képez, lefelé gördül, vagy csúszik, *lejtőn esésnek*;

c) Azon mozgás, mellyet egy felfüggesztett, és egyensulyi helyzetéből kimozdított test tesz, *függő test' esésének*;

d) Végre azon mozgás, mellyet bármi irányban hagyított test végez, *hagyított test' esésének* mondatik. Ezen eséseknek mindegyikét különös czikkeken tárgyalandjuk.

## I. Czikk.

### A t e s t e k ' s z a b a d e s é s é r ö l .

313) A testek' szabad esését eszközölő nehézség ezen viszony szerint  $\frac{M}{D^2}$ , azaz a földgömb' tömegével egyenes, és a föld' középpontjátóli távolság' négyzetével megfordított viszonyban működik (24); minthogy pedig bizonyos helyen a föld középpontjátóli távolságnak négyzete az esési magosság' négyzetének hozzájárultával észrevehetőleg nem változik, következik, hogy valamint  $M$  és  $D^2$  állandó mennyiségek, úgy a tőlök függő nehézség is állandó erő, és ekkép az általa eszközölt szabad esés egyenletesen sebesedő mozgás. Mindazon képletek tehát, melyek 246-dik számtól 254-dikig az egyenletesen sebesedő mozgás' szabályait általánosan előtűntetik, a szabad esésre is alkalmazhatók, ha bennök előforduló  $G$  helyett a szabad esés' első másodpercze alatt megfutandó, és  $g$  betűvel jelentetni szokott tér használtatik.

314) A  $g$  tér' nagyságát *Riccioli* és *Grimaldi*, *Galilæi*-nek, a szabad esés' törvényei felfödözőjének, tanítványai pontosan megmért magosságokból leeresztett golyók esése által iparkodtak meghatározni, mi azonban nekik a lég' ellenállása, és az esés' idejének megméréseben csaknem elkerülhetlen tévedések miatt kellő szigorúsággal nem sikerülhetett. Az említett tér jóval is pontosabban az *Attwood*' eszműszerén (Fallmaschine) tett kísérletekből kivezethető; mert abban az eső test' sebessége önkényileg lassíttatván, a bizonyos idő alatt megfutott tér sokkal könnyebben észrevehető. Ezen készüllet legegyszerűbben szerkezve áll egy függélyes, és közönségesen egy ujjnyi nagyságú fokokra felosztott  $AB$  (97. rajz) fa-oszlopból, mellynek felső végére igen mozgékony  $C$  csiga vagy on alkalmazva; e csiga' körében egy vékony selyemfonal helyzetik, mellynek mindegyik végéről egyenlő súlyú tányérvák függnek. Ha ezen tányérváknak mindegyikére egyenlő  $Q$  és  $Q$  terhelmények tételnek, azok egymást egyensúlyban tartandják,





e) *Azon végső sebesség*, mely bizonyos  $s$  tér megfutása alatt eszközöltetik, vagyis az  $s$  magasságnak megfelelő sebesség a legközelebbi két egyenlet segítségével megtalálható; mert azokból áll:

$$\frac{c}{2g} = \sqrt{\frac{s}{g}}, \text{ és innen}$$

$$c = 2\sqrt{gs} \dots \dots \dots (\epsilon).$$

f) *Azon tér*, melynek megfutása alatt  $c$  végső sebesség származik; azaz  $c$  sebességnek megfelelő magasság lesz:

$$s = \frac{c^2}{4g} \dots \dots \dots (\zeta).$$

g) *Azon tér*, melyet a test szabad esésének valamelyik másodpercében megfut, a 252. szám alatt kifejtett (XIV) képlet szerint lesz:

$$s = (2n-1)g \dots \dots \dots (\eta).$$

h) *Azon erő-nagyság*, melylyel bizonyos  $M$  tömegű test valamely útjában létező testre az első másodpercnyi szabad esés után hatna, a 253. szám alatt kifejtett (XVII) és XVIII) képletek szerint lesz:

$$P = 2g \cdot M \dots \dots \dots (\delta) \text{ vagy}$$

$$P = \frac{2M}{t} \sqrt{gs} \dots \dots \dots (\kappa).$$

I. *Jegyzék.* Az imént létrehozott képletek' használatával a következő kérdések könnyen feloldhatók:

1) Mekkora sebessége van a szabadon eső testnek 9-ik másodperc után? Fel. ( $\alpha$ ) szerint  $c = 2 \cdot 15,5 \cdot 9 = 279'$ .

2) Milly nagy tért fut be a test 6 mpercz alatt? Fel. ( $\beta$ ) szerint  $s = 15,5 \cdot 36 = 558'$ .

3) Hány mperczig kell a testnek szabadon esni, hogy 155' sebességet kapjon? Fel. ( $\gamma$ ) szerint  $t = \frac{155}{2 \cdot 15,5} = 5$  mperczig.

4) Hány mpercz kívántatik arra, hogy a szabadon eső test 859,5 lábnyi tért megfusson? Fel: ( $\delta$ ) szerint  $t = \sqrt{\frac{859,5}{15,5}} = \sqrt{49} = 7$ .

5) Mekkora sebességet nyer 500 lábnyi magasságról szabadon eső test? Fel. ( $\epsilon$ ) szerint  $c = 2 \cdot \sqrt{15,5 \cdot 500} = 176'$ .

6) Milly magasságról kell a testnek szabadon esni, hogy végső sebessége 100 lábnyi legyen? Fel. ( $\zeta$ ) szerint  $s = \frac{100^2}{4 \cdot 15,5} = 161,29'$ .

7) Mekkora tért fut meg a test szabad esésének 9-dik mperczében ? Fel. (7) szerint  $s = (2 \cdot 9 - 1) 15,5 = 263,5'$ .

8) Hány fontnyi ütést gyakorol a czölöpverőgépnél 100 fontos kosa a földbe verendő czölöpre, ha arra 4 lábnyi magosságról esik ? Fel. Minthogy 4 lábnyi magosságot ( $\epsilon$ ) képlet szerint  $\sqrt{4g \cdot 4}$  végső sebesség illeti, ennek négyzete pedig  $= 4g \cdot 4 = 16g = 16 \cdot 15,5$ , tekintettel levén a 259-dik szám alatti Jegyzék b) pontjára, leend a keresett ütés nagysága :

$$K = 0,5 \cdot 1000 \cdot 16 \cdot 15,5 = 124000 \text{ ű.}$$

9) Mekkora azon ütés, melyet egy 80 fontos bomba gyakorol, midőn 3600 lábnyi magosságra fölemelkedvén onnét leesik. Fel. A mondott magosságnak megfelelő sebesség ( $\epsilon$ ) szerint  $\sqrt{4g \cdot 3600}$ , ennek négyzete  $= 4g \cdot 3600 = 4 \cdot 15,5 \cdot 3600$ ; leend tehát a bomba által eszközözendő ütés' nagysága :

$$K = 0,5 \cdot 80 \cdot 4 \cdot 15,5 \cdot 3600 = 8928000 \text{ ű.}$$

II. Jegyzék. A szabad esést illető képletek' eredményét a tapasztalás teljes pontossággal nem igazolja; mert az eső testnek vagy lég, vagy másféle közeg mindenkor ellenszegül. Innét vagy onnét hogy ezen tárgyban az elméleti, és gyakorlati eredmény között sokszor igen jelentékes különbség legyen. Mindazáltal szükséges a szabad esés' törvényeinek ismerete, különben a légben történendő esés' sebessége, ideje, és megfutott tére meg nem határozthatnák.

## II. Cikk.

### A testek' lejtőn eséséről.

316) Minden lap, mely a fekmentes síkkal hegyes szöget képez, *lejtő* nevet visel. Ha tehát  $Cx$  (98. rajz) a fekmentes lap' függélyes átmetszetét jelenti,  $AC$  vonal a lejtőnek átmetszetét jelentheti.  $AB$  vonal, mely a lejtő' legfölsőbb pontjából a legsó pontján átmenő fekmentes síkra merőlegesen bocsáttatik, a *lejtő' magassága*,  $BC$  annak *alapja*; a lejtő és alapja közti  $\alpha$  szöglet pedig a lejtő

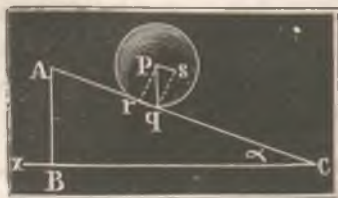


*hajlasi szöglete*. Miként a testek lejtőni esése teljes tisztaságban kitünjék, ezt, valamint a szabad esés' elméletében tettünk, minden akadály nélkülinek tekintendjük.

317) *A lejtőn eső test' mozgása egyenletesen sebesedő*. Képzeljünk  $AC$  lejtőre (99. rajz) egy golyót helyezve, ennek  $p$  súly-

pontja  $pq$  függélyes irányban lefelé esni törekszik, de ezen irány-

99. rajz.



bani eséstől a lejtő által gátoltatván, csak a lejtő mentében gördülhet le. Azon erő megtudása végett, mely a golyót lejtő hosszán lefutni késztet, jelentse  $pq$  vonal a golyó súlyát; ezt a lejtő lapjára nézve  $pr$  merőleges, és  $rq$  egyirányú erőkire felbontván, látni-

való, miként  $pr$  erő a lejtő ellenállása által egyensúlyban tartatik,  $rq = rs$  pedig annak legördülését eszközli. Ezen  $rq$  erőt a  $pq$  vonal által jelentett erővel összehasonlítván az  $ABC$  és  $pqr$  háromszögek hasonlatossága miatt áll:

$$rq : pq = AB : AC; \text{ és innét}$$

$$rq = pq \cdot \frac{AB}{AC}; \text{ vagy ha } pq = v; rq = v'; AB = a; AC = l, \text{ lesz:}$$

$$v' = v \cdot \frac{a}{l};$$

de  $v'$  erő értéke ezen képletben olly mennyiségektől függ, melyek ugyanazon lejtőnél nem változnak; tehát maga  $v'$  erő is állandó, és így az általa létesített mozgás egyenletesen sebesedő.

*Jegyzék.* Ha a lejtőre nem golyó, vagy henger, hanem lapos alapú test tétetik, annak a legkisebb magasságú lejtőn is, más ellenállásoktól nem gátoltatván, egyenletesen sebesedő mozgással kellene lecsúsznia; mi azonban a lejtő és lapos alapú test közötti surlódás miatt annyira nem történik, hogy a jelentékes magasságú lejtőn is mozdulatlanul marad, s ha megindult, útját nem mindig egyenletesen sebesedő mozgással folytatja. E körülmény miatt a lejtőn esési törvények gyakorlatban leginkább csak a golyóalakú testek által igazoltatnak.

318) Minthogy a lejtőni mozgás egyenletesen sebesedő, annak szabályai ugyanazon képletekkel kifejezhetők, melyek a szabad esés' törvényeit előtűntetik, ha t. i. az azokban előforduló  $g$  érték a lejtő' természetéhez képest  $g'$  értékke kellően módosíttatik, mit könnyen megtehetni. Ugyanis az állandó erők' kitételéből (253. XVII) következik, hogy azok ugy viszonylanak egymáshoz, mint ugyanazon idő alatt megfutott térek; áll tehát ezen arány:

$$v : v \frac{a}{l} = g : g', \text{ honnét } g' = g \frac{a}{l}; \text{ azaz míg a test szabadon esve}$$

$g$  tért fut meg, addig a lejtőn  $g$  térnek csak azon részét írja le, melyet az  $\frac{a}{l}$  töredék mutat, mivel pedig ezen töredék nem egyéb,

mint  $\frac{AB}{AC}$ , vagyis  $\sin \alpha$ , lesz még  $g' = g \sin \alpha$ . Ezen kitétel min-

den lehetséges esetet magában foglal: mert ha  $\alpha$  szöglet  $= 0$ , akkor  $\sin \alpha = 0$ , és így  $g'$  is  $= 0$ -hoz; azaz: a fekkentes lapon nehézségerő által a test nem mozdul; ha pedig  $\alpha$  szöglet  $= 90^\circ$ , akkor  $\sin \alpha = 1$ , és  $g' = g$ -hez, azaz: a függélyes lapon leeső testek szabadon esnek. A szabad esés' képleteinek a lejtőni esésre alkalmazása tehát csak abban áll, hogy bennük előforduló  $g$  a hajlási szöglet' keblével  $\sin \alpha$ -val, vagyis a lejtő' magasságának hosszávali elosztásából keletkezett  $\frac{a}{l}$  töredékkel szoroztatik; így például a

testnek  $t$  idő alatt lejtőn nyert sebessége lesz:  $c' = 2gt \sin \alpha$ ; megfutott tere  $s' = gt^2 \sin \alpha$ , stb.

319) A lejtőn és szabadon eső testek által egy időben nyert  $c'$  és  $c$  végső sebességeket, és ezeknek értékeit összehasonlítván áll a következő arány:

$$c' : c = 2gt \sin \alpha : 2gt; \text{ avagy}$$

$$c' : c = \sin \alpha : 1; \text{ de } \sin \alpha = \frac{AB}{AC}; \text{ tehát}$$

$$c' : c = \frac{AB}{AC} : 1; \text{ vagy}$$

$$c' : c = AB : AC;$$

azaz: a lejtőn nyert végső sebesség úgy viszonylik az ugyanazon ideig tartó szabad esésben nyert végső sebességhez, mint a lejtő' magassága annak hosszához.

320) A lejtő' egész hosszán nyert végső sebesség egyenlő avval, melly szabad eséssel a lejtő' magasságán volna nyerendő. Mert a lejtő' magasságán szabadon esve nyert végső sebesség  $c = 2\sqrt{g \cdot AB}$  (315. e); a lejtőn nyert végső sebesség pedig 318.

szám nyomán  $c' = 2\sqrt{g \sin \alpha \cdot AC}$ ; de  $\sin \alpha = \frac{AB}{AC}$ ; tehát

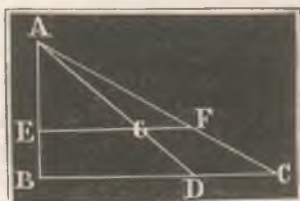


$$c' = 2\sqrt{g \cdot \frac{AB}{AC} \cdot AC}, \text{ vagyis } c' = 2\sqrt{g \cdot AB}; \text{ tehát } c' = c.$$

321) Az előbbi tételből önként következik :

a) Hogy minden  $EF$  (100. rajz) vonal, mely a lejtő alapjával egyenközüen húzatik, meghatározza mind magán a lejtőn, mind annak magasságán azon  $E, G, F$  pontokat, melyekben egyenlő a sebesség.

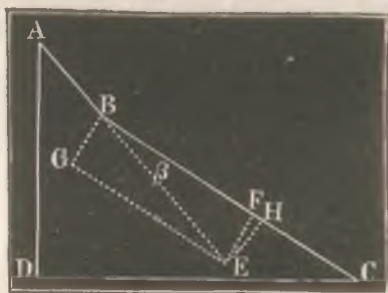
100. rajz.



b) Hogy a test két különböző  $AC$ , és  $AD$  hosszúságú, de egyenlő magasságu lejtőkön esvén, azoknak végső  $C$ , és  $D$  pontjaiban egyenlő sebességgel bir.

322) Ha a test  $AB$  (101. rajz) lejtőről  $BC$  lejtőre jutna, és a

101. rajz.



mindegyikén nyert sebességből mit sem vesztené, az egész végső sebessége  $C$  pontnál akkora leendne, mekkorát ezen két lejtő összes magasságán  $AD$ -én szabadon esvén nyerne (320). De mivel  $AB$  lejtőn nyert, és  $BE$  vonallal jelentett végső sebesség  $BC$  lejtőre nézve ferde irányú, az a  $BFEG$

egyenköz' szerkezése által  $BG$ , és  $BF$  oldal sebességekre feloszlik; az első mivel  $BC$  lejtőre merőleges, annak ellenállása által megsemmisül,  $BF$  sebesség pedig megmarad, és a  $BC$  lejtőn nyerendővel növekszik. Az említett lejtőkön eső test tehát  $B$  pontban  $BE$  sebességének egy részét elveszti, mely veszteség nagysága  $BE - BF$ . Ha  $BE$  sugarral  $EH$  ív vonatik, lesz  $BE - BF = FH$ ; de  $FH$  nem egyéb mint  $CBE = \beta$  szögnek vizsás keble (sinus versus); lesz tehát a veszteség' valódi nagysága  $BE \sin \beta$ ; következőleg annál kisebb, minél kisebb az egymásután következő lejtők által képzett  $\beta$  szöglet. — Minthogy pedig egy körív-alakra hajtott lap úgy tekinthető, mintha végetlen sokaságú lejtőkből állana,

mellyek egymással végtelen kis szöglet alatt összeköttetvék, következik, hogy körív, vagy más folytonos görbületű lejtőn a le-  
gördülő test a lejtő' magasságának megfelelő sebességéből végtelen  
keveset, azaz semmit sem veszít.

323) A lejtőn, és szabadon eső testek által egy időben meg-  
futott  $s'$  és  $s$  téreket, és értékeiket összehasonlítván, áll e jelen  
arány :

$$s' : s = gt^2 \sin \alpha : gt^2 ; \text{ avagy}$$

$$s' : s = \sin \alpha : 1 ; \text{ de } \sin \alpha = \frac{AB}{AC} ; \text{ tehát}$$

$$s' : s = \frac{AB}{AC} : 1 ; \text{ avagy}$$

$$s' : s = AB : AC ;$$

azaz: a lejtőn megfutott tér úgy viszonylik a szabad esés által egy  
időben megfutott térhez, mint a lejtő' magassága annak hosszához.

324) Az előbbi állitmányból következik :

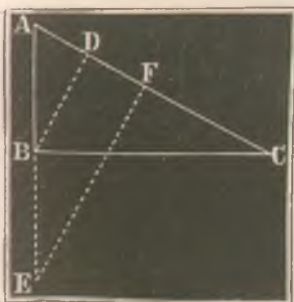
a) Hogy könnyen meghatározható azon tér, mellyet vala-  
mely test a lejtőn ugyanazon időben megfut, mellyben a lejtő ma-  
gasságán szabadon esnék. Bocsátván t. i.  $B$  szögből (102. rajz) a lej-  
tőre  $BD$  merőlegest, leszén a keresett tér  $AD$ ; mert :

$$s' : s = AB : AC \text{ (323)} ; \text{ de mivel } ABC \sim ABD$$

$$AB : AC = AD : AB ; \text{ tehát}$$

$$s' : s = AD : AB.$$

102. rajz.



És megfordítva, meghatározható azon  
magasság, mellyet a szabadon eső test  
megfut, míg a lejtőn bizonyos  $F$  pon-  
tig gördülne. Ugyan is a lejtőnek adott  
 $F$  pontjából  $FE$  merőlegest emelvén  
míg a lejtő' magasságának irányába  
nem vág, lesz  $AE$  a keresett magas-  
ság; mert ismét :

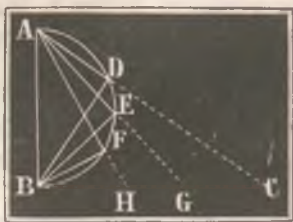
$$s' : s = AB : AC ; \text{ és mivel } ABC \sim AFE$$

$$AB : AC = AF : AE ; \text{ tehát}$$

$$s' : s = AF : AE.$$

b) Hogy a körnek mindegyik nem fekkentes  $AD$ ,  $AE$ ,  $AF$   
(103. rajz) hurját, mint lejtőt egy golyó épen azon idő alatt futná

103. rajz.



meg, melyben függélyes  $AB$  átmérőjén szabadon esnék. Mert  $B$  pontból  $BC$  fekmentes vonalt húzván, és a nevezett hurokat mind addig megnyujtván, mig  $BC$  vonalt nem vágják, erednek  $AC$ ,  $AG$ ,  $AH$  lejtők, melyekre a  $B$  pontból bocsátott  $BD$ ,  $BE$ ,  $BF$  merőlegesek; tehát az  $a)$  alatt

mondottak szerint kétségen kívül teszik az állitmányt.

c) Mivel  $AD$  és  $DB$ ,  $AE$  és  $EB$ ,  $AF$  és  $FB$  hurok  $AB$  átmérővel ugyanannyi ép háromszögeket képeznek, magától foly, hogy ezen háromszögekben, melyeknek *feszülője* (hypothenusa) függélyes, a merő szárok (catheti) mindegyike mint lejtő a reájok helyezett golyó által ugyanazon idő folytában végeztetik be, melyben  $AB$  feszülő szabad eséssel megfuttatnék.

325) A szabadon, és lejtőn esési idők' összehasonlíthatása végett, jelentse  $t$  a lejtő' magasságáni szabad esés' idejét, és  $t'$  a

lejtőni esés' idejét, lesz  $t' = \sqrt{\frac{AB}{g}}$  (315. d), és  $t' = \sqrt{\frac{AC}{g \sin \alpha}}$

(99. rajz. lásd 220. lap); ezen két egyenletből áll a következő arány:

$$t' : t = \sqrt{\frac{AC}{g \sin \alpha}} : \sqrt{\frac{AB}{g}}; \text{ rövidítve}$$

$$t' : t = \sqrt{\frac{AC}{\sin \alpha}} : \sqrt{AB}; \text{ s mivel } \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{AC}{AB}, \text{ lesz:}$$

$$t' : t = \sqrt{\frac{AC \cdot AC}{AB}} : \sqrt{AB}, \text{ vagy}$$

$$t' : t = \sqrt{\frac{AC^2}{AB}} : \sqrt{AB}, \text{ vagy}$$

$$t' : t = \sqrt{AC^2} : \sqrt{AB^2}; \text{ honnét}$$

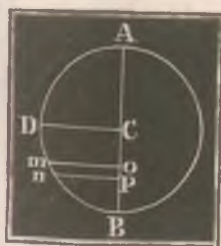
$$t' : t = AC : AB.$$

azaz: a lejtőn esési idő úgy viszonylik a lejtő' magasságán szabad esés' idejéhez, mint a lejtő' hosszúsága, annak magasságához.

326) Végre hogy a köríven lefutási idő, azon ív' hurján le-

futási idővel összehasonlíthatassék,  $ABD$  (104. rajz) körnek  $AB$  függélyes átmérője képviselje a szabadon

104. rajz.



eső testnek  $t$  idő alatt megfutott utját, lesz  $AB = gt^2$  (315, b) és innét a függélyes átmérőn, vagy e körnek bármellyik lejtős hurján (324, b) lefutási idő lesz:

$$t = \sqrt{\frac{AB}{g}} = \sqrt{\frac{2r}{g}} \dots (\alpha);$$

$r$  által a kör' sugarát jelentvén. A köríven le-

futási időnek meghatározása végett essék a test  $Dm$  íven, végső sebessége egyenlő leend ahhoz, melyet  $Co$  magasságról szabadon

esve nyerne, tehát leend  $c = 2\sqrt{g \cdot Co}$ . Ha e sebességgel még egy parányi utacska tenni gondoltatik, az  $m$  pontig nyert sebessége ezen végetlen kis téren észrevehetőleg nem változand,  $mn$  tért tehát egyenletes mozgással futja meg; de az egyenletes mozgás' szabályai szerint az adott tér' megfutására szükséges idő feltaláltatik, ha a tér a test' sebességével elosztatik (240, III); lesz tehát

$$\text{az } mn \text{ íven lefutási idő: } t' = \frac{mn}{2\sqrt{g \cdot Co}} \dots (\beta).$$

Minthogy félkör általánosan  $\pi r$  kitételrel jelentetik,  $mn$  ív pedig félkörnek végetlen kis része, lesz:  $mn = \frac{\pi r}{\infty}$ , és  $mn$  ív függélyes magassága:

$$op = \frac{2r}{\infty}; \text{ föltévén, hogy } Dm \text{ ívnek függélyes magassága olly}$$

$$\text{parányi mint } op, \text{ lesz } Co \text{ is } = \frac{2r}{\infty}; mn, \text{ és } Co \text{ értékeit } (\beta) \text{ képlet-}$$

ben helyettesítvén, lesz az  $mn$  íven lefutási idő általánosan kitéve:

$$= \frac{\frac{\pi r}{\infty}}{2\sqrt{g \cdot \frac{2r}{\infty}}} = \frac{\frac{1}{\infty} \cdot \pi r}{2\sqrt{\frac{1}{\infty} g \cdot 2r}}; \text{ mivel } \frac{1}{\infty} = \sqrt{\frac{1}{\infty}}, *) ,$$

azonfölül mind számlálót, mind nevezőt  $\sqrt{r}$ -rel elosztván, lesz egy

\*) Hogy  $\frac{1}{\infty} = \sqrt{\frac{1}{\infty}}$ , onnét kitetszik, mivel tudva vagyón, hogy



kis darab köríven a lefutási idő  $t' = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{r}{2g}} \dots (\gamma)$ .

Az  $(\alpha)$  és  $(\gamma)$  alatti egyenletekből ezen arány keletkezik:

$$t' : t = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{r}{2g}} : \sqrt{\frac{2r}{g}}; \text{ a harmadik tag' gyökér alatti részének számlálóját, és nevezőjét kettővel szorozván lesz:}$$

$$t' : t = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{2r}{4g}} : \sqrt{\frac{2r}{g}}, \text{ vagy}$$

$$t' : t = \frac{\pi}{2 \cdot 2} \sqrt{\frac{2r}{g}} : \sqrt{\frac{2r}{g}}, \text{ rövidítve}$$

$$t' : t = \frac{\pi}{4} : 1,$$

de  $\pi : 1$  nem egyéb, mint a körnek átmérőjéhez viszonya, tehát *a kis köríven lefutási idő úgy viszonylik azon ív hurján lefutási időhöz, mint a körnek negyedrésze azon kör' átmérőjéhez.*

### III. Czikk.

#### A függő testek' eséséről.

327) Minden test, mellynek valamely a súlyponton kívül eső pontja támasz vagy akasz által úgy tartatik, hogy a körül szabadon mozoghasson, általánosan függő testnek, egy szóval *ingának* neveztetik. Ez, *egyszerű*, és *összetett* ingára különböztetik meg. Az egyszerű egy nehézség-nélküli merevény fonalra akasztott nehézpontból áll; az összetettben pedig számtalan sok nehézpont foglaltatik. Egyszerű inga elkülönöztetett tétleg nem létezik, mindazáltal a függő testek' esésének törvényei elméletileg általa fejtetnek ki, hogy azután az összetett ingára alkalmaztathassanak.

---

$\sqrt{1} = 1$ ; de  $\sqrt{\infty}$  is  $= \infty$ ; mert különben következne, hogy valamely véges nagyságú gyöker önmagával szorozva végtelen nagyságú hatványt ad, mi képtelenség; és így  $\frac{1}{\infty}$  csakugyan egyenlő

$\sqrt{\frac{1}{\infty}}$ -hez.



$BD$  húrt, lesz  $BEF \triangle \simeq CHB \triangle$ -hez, áll tehát ezen arány:  $FE : BE = BH : CB$ ; az egész  $BE$  erőt nevezvén  $v$ -nek, ennek  $FE = BG$  részét  $v'$ -nek, lészen:

$$v' : v = BH : CB; \text{ és innét}$$

$$v' = v \frac{BH}{CB} = v \sin \alpha;$$

a  $B$  pont' lemenését eszközlő erő' nagysága tehát függ az emelési szöglet' keblétől; már pedig ez annál kisebb, minél közelebb jő  $B$  pont  $A$ -hoz; következésképp  $v'$  erő folytonos ugyan, de nem állandó, és az által a létesített mozgás egyenetlenül sebesedő. —  $CA$  helyzetbe érkezett ingára  $v'$  erő hatni megszűnik, mert akkor  $\sin \alpha = 0$  miatt  $v \sin \alpha$  is  $= 0$ , de azért az inga  $CA$  helyzetben egyszerre meg nem áll, hanem tehetlenségénél fogva a kapott sebességgel azon uton tovább megy, mellyen a  $C$  ponttali összeköttése miatt mehet, és így  $AD$  köríven fölemelkedik, és pedig egyenetlenül lassudó mozgással; mert  $v' = v \sin \alpha$  erő, melly  $BA$  íven mozgását egyenetlenül siettette,  $AD$  íven elleniránya miatt egyenetlenül készteti, míg végre  $D$ -nél meg nem állítja.

330) Ha két egyenlő inga különböző terjedtségű íveken leng, tapasztalás szerint a nagyobb íven lengő ugyanazon idő alatt kevesebb lengéseket ír le mint a másik. Ennélfogva ugyanazon egy inga is, melly egyszer nagyobb, mászor kisebb íven leng, lengéseit nem mindig egy időben végzi. Azonban ha a lengési ívek 10 fokot meg nem haladók, bár különben nem egyenlő fokuak is, a lengés-idő közti különbség igen csekély, és csak több ezernyi lengések után érezhető. Mert a lejtőni esés' elméletéből tudjuk, hogy a körnek bármily különböző nagyságú hurjait, mint lejtőket a rajtuk legördülő test egyenlő időben futja meg (324. b). Már pedig  $\frac{1}{2}$  foknál kisebb körívek hurjaiktól érezhetőleg nagyon keveset különböznek; tehát azokat a rajtuk lengő inga mint lejtőket egy időben futja meg. Továbbá a fölsőbb mennyiségtan' utmutatása szerint bebizonyítható, hogy azon ingának, melly *kerékvonalban* (cyclois) \*) lengne,

\*) A kerékvonal azon  $AA'A''$  (106. rajz) görbe vonal, mellyet egy keréknek, vagy karikának  $MN$  egyenes vonalt érintő  $A$  pontja leír, ha az  $MN$  vonalon addig hengerítettetik, míg  $A$  pont ismét  $MN$  vonallal érintkezésbe jő. Fölsőbb mennyiségtan' segítségével a kerékvonalnak e nevezetesebb tulajdonai fűdöztettek föl:

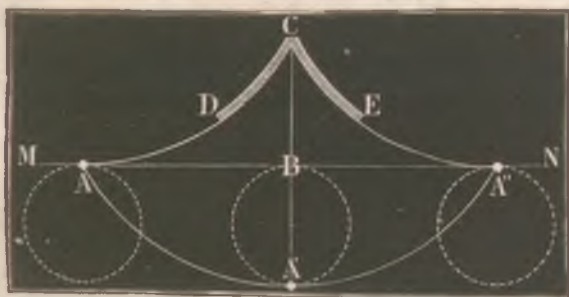
mindannyi bármilly különböző terjedtségű lengései egyidősek volnának; már pedig 10 foknál kisebb körívek a kerékvonal' görbületétől észrevehetőleg nem különböznek; minek következtében a rajtuk tett ingalengések egyidősöknek tartathatnak.

331) *Ingalengés' idejének kiszámítása.* A mi a lejtő gyanánt tekintett kis körívről bebizonyított, miként a rajta lefutó testnek

lefutási ideje  $t' = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{r}{2g}}$  (326. γ), azt a BA (105. rajz,

227. lapon) ívnek kis részén lemenő ingára is alkalmazhatni; mint-hogy egy ingalengés annak lemenéséből, és fölemelkedéséből áll, a fölemelkedés pedig a lemenéssel egyenlő időbe kerül, látnivaló:

106. rajz.



a) Kisebb vagy nagyobb ívei egyenlő időök alatt futtatnak meg; azért *egyidős görbék*-nek neveztetik.

b) Bármelly nagyságu kerékvonal-ívet valamelly test rövidebb idő alatt fut meg, mint más ugyanazon kerékvonal-ívnek végső pontjai között létező egyenes vagy görbe vonalt; miért *legrövidebb idejű görbék*-nek mondatik. Hogy valamelly inga kerékvonalu lengéseket tegyen, annak C akasztpontja körül *Huygen* javaslata szerint két olly kerékvonal görbületű lemez alkalmazandó, melly fél ingahosszaságnyi átmérőjű kerék fordulata által származott. Ha tehát CD és CE lemezek azon kerékvonal' görbületével birnak, melly  $A'B = \frac{AC}{2}$  átmérőjű nemzőkerék (circu-

lus generans) által származott, akkor A'C inga A-ig fölemeltetvén, s azután magára hagyatván AA'A'' kerékvonal görbületű ívben egyidős lengéseket teend, bármennyire különbözzenek is ezek egymástól kitérésí nagyságukra nézve; miként ezt *Stampfer* bécsi tanár ur által 1837-ben bizonyos *Lembergi torony*' számára készítettett órában kitünő sikerrel lehetett tapasztalni.



hogy egy egész lengésideő lészen:  $2t' = t = \pi \sqrt{\frac{r}{2g}}$ ; vagy mivel  $r$  sugara azon ívnek, melyben valamely inga leng, nem egyéb mint az inga' hossza  $= l$ , lesz a lengésideő kitétele  $t = \pi \sqrt{\frac{l}{2g}}$ .

332) Különböző ingáknak, különböző helyekre jelentett lengési idejüket összehasonlítván, áll ezen arány:

$$t: T = \pi \sqrt{\frac{l}{2g}}: \pi \sqrt{\frac{L}{2G}}, \text{ vagy}$$

$$t: T = \sqrt{\frac{l}{g}}: \sqrt{\frac{L}{G}} \dots \dots (\alpha);$$

azaz: két különböző helyen létező, és különböző hosszúságú ingáknál a lengésideők az ingák' hosszának négyzetes gyökével egyenes, a nehézségerők' négyzetes gyökeivel pedig fordított viszonyban vannak.

Ha  $l = L$ ,  $(\alpha)$  arány ebbe megy által:

$$t: T = \sqrt{\frac{l}{g}}: \sqrt{\frac{l}{G}} \dots \dots (\beta);$$

azaz: egyenlő hosszúságú, de különböző helyeken létező ingáknál a lengésideők a nehézségerők' négyzetes gyökeivel megfordítva viszonylanak.

Ha  $g = G$ ,  $(\alpha)$  arány e következőt adja:

$$t: T = \sqrt{l}: \sqrt{L} \dots \dots (\gamma);$$

azaz: egy helyen létező, de különböző hosszúságú ingáknál a lengésideők az ingák' hosszaiinak négyzetes gyökével egyenesen arányosak.

Ha végre  $t = T$ , lesz:  $\sqrt{\frac{l}{g}} = \sqrt{\frac{L}{G}}$  vagy  $lG = Lg$ ;

honnét:

$$l: L = g: G \dots \dots (\delta);$$

azaz: egyidős ingák' hosszai a nehézségekkel egyenes viszonyban vannak.

333) Mivel az ingában annál nagyobb egy lengésideő, minél kisebb a bizonyos idő lefolyta alatt végzett lengések' száma, két

különböző ingák' lengés-idejét bizonyos idő alatt végzett lengésszámokkal összehasonlítván lesz :

$t: T = N: n$ ; de vagyon

$$t: T = \sqrt{\frac{l}{g}}: \sqrt{\frac{L}{G}}; \text{ tehát}$$

$$N: n = \sqrt{\frac{l}{g}}: \sqrt{\frac{L}{G}} = \sqrt{\frac{G}{L}}: \sqrt{\frac{g}{l}} \dots (\alpha),$$

azaz: különböző hosszúságú ingák által egy időben, de külön helyeken végzett lengések' számai az ingák' hosszainak négyzetes gyökével megfordított, a nehézségi erők' négyzetes gyökével pedig egyenes arányban vannak.

Ha  $l = L$ ,  $(\alpha)$  arányból lesz :

$$N: n = \sqrt{\frac{1}{g}}: \sqrt{\frac{1}{G}} = \sqrt{G}: \sqrt{g} \dots (\beta),$$

azaz: egyen hosszúságú, de külön helyeken lengő ingák által egy időben végzett lengések' számai a nehézségi erők' négyzetes gyökeivel egyenesen arányosak.

Ha  $g = G$ , lesz :  $N: n = \sqrt{l}: \sqrt{L} \dots (\gamma),$

azaz: külön hosszúságú, egy helyben lengő ingák által egy időben végzett lengések' számai hosszúságaiknak négyzetes gyökével arányosak.

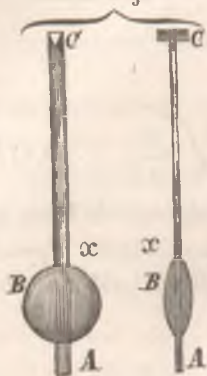
## II. §.

### *Az összetett ingáról.*

334) Az egyszerű inga' törvényei az összetett ingára is alkalmaztathatók; mert minden összetett inga egyenértékű bizonyos hosszúságú egyszerű ingával. Ugyanis vagyon az összetett ingában egy pont, melly épen akkora időben végzi lengését, mekkorában végezné, ha csupán egyedül az akaszpontról súly nélküli fonalról függvén lengene, s *lengés' középpontjá*-nak mondatik. Ezen pontnak az akaszponttól távolsága teszi az összetett ingának *elméleti hosszát*; ha tehát az összetett inga ezen elméleti hosszúságúnak tekintetik, mindazon törvények, mellyek az egyszerű ingára alapítottak, reá is teljes pontossággal fognak illeni. Hogy pedig az

összetett ingában csakugyan létezik az ugynevezett lengés' közép-pontja, a következőkből könnyű érthetni: Legyen *CA* (107. rajz)

107. rajz.



összetett inga arc- és oldal-helyzetben; áll ez tömérdek sok egyszerű, de különböző hosszúságú ingákból, melyek közül a rövidebbek sebesebben, a hosszabbak lassabban igyekeznek lengeni; de mivel mindannyiának súlyos pontjaik egymással összeköttetvék, következik, hogy a rövidebbek által a hosszabbak' lengésének siettetnie, ezek által pedig amazok lengésének késleltetnie, és így az egész összetett ingának minden súlyos pontjával közös, közép lengési sebességnek származnia kell, mely éppen akkora leend, a mekkorával az

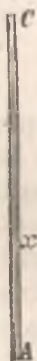
összetett *CA* inga' hosszúságának bizonyos pontjára, például *x*-re cső tömegrészecke ingana, ha a többitől függetlenül tehetné ingáit.

335) Ha az összetett inga szabályos alakú, annak lengési középpontja számítás által meghatározható; mert bebizonyíthatni, hogy az összetett ingának elméleti hossza egyenlő azon értékhez, mely ered, ha az inga' tömegének az ingási tengelyére vonatkozó tehetlenségi nyomatéka (Trägheitsmoment) elosztatik ugyanazon

108. rajz. tömegnek szintén az ingási tengelyre vonatkozó nyugtani nyomatékával. \*) E szerint, mivel *CA* (108. rajz) hasábalakú ingának a tengelyére vonatkozó tehetlenségi nyomatéka  $= \frac{1}{3} M \cdot AC^3$ , nyugtani nyomatéka pedig  $\frac{1}{2} AC \cdot M$  (*M* a rudtömegét jelentvén),

leend az elméleti hossza:  $Cx = \frac{\frac{1}{3} M \cdot AC^3}{\frac{1}{2} AC \cdot M} = \frac{2}{3} AC$ ;

és így *AC* hosszúságú összetett inga  $Cx$  hosszúságú egyszerű ingával egyidős. — Ellenben ha az inga' alakja szabálytalan volna, vagy a terjedelmes számítás' kikerülése ohajtatnék, lehet az említett czélt gyakorlati uton is megközelíteni. T. i. akasztassék



\*) *Burg's Mechanik und Maschinenlehre* 1846. 132. lap.

finom haj-, vagy selyemszálla egy picziny ólomgolyó, s készen lesz egy inga, mely a szál' súlyának érezhetlensége, és a golyó piczinsége miatt egyszerű inga gyanánt tekinthető; ha ez kis ivű lengésbe hozatván mindaddig vagy meghosszabbítatik, vagy meg-rövidítettetik, mignem a kérdéses összetett ingával egyidős lengéseket tesz, vagy míg a kérdéses összetett ingával bizonyos idő elfolyta alatt egyenlő számú lengéseket nem végez, az egyszerűül vett inga' hossza, hossza egyszersmind az összetett ingának is.

336) Az összetett ingák közt legnevezetesebb a *mperczinga*, mely egy lengést egy másodperc alatt végez. Ennek hossza ekkép határozthatatik meg: vétetik egy hasábalakú akármely hosszúságú vasrud; egyik végéről czélszerűen felakasztatván kis ivű lengésekbe hozatik, és lengései egy mperczeket mutató óra' használata mellett mindaddig számláltatnak, míg valamelyik a lengés' kezdetétől számított mperczek' valamelyikével egyszerre nem végződik. Ennek megtörténtével, ha a lengések' száma, például  $N=45$ , az óráról leolvasott mperczeké  $n=60$ , a használt ingának  $\frac{2}{3}$  része, azaz elméleti hossza  $L=804,9$  vonal, a mperczingának keresett elméleti hossza  $l$  léssen a 333-dik szám ( $\gamma$ -val) jelelt aránya szerint:

$$N : n = \sqrt{l} : \sqrt{L}, \text{ vagy}$$

$$N^2 : n^2 = l : L; \text{ a felvett számokat helyettesítve}$$

$$45^2 : 60^2 = l : 804,9; \text{ honnét}$$

$$l = \frac{45^2 \cdot 804,9}{60^2} = \frac{2025 \cdot 804,9}{3600} = 452,7 \text{ vonal, és csakugyan}$$

a bécsi szélességen a mperczinga 452,739 vonal, vagy 3' 1".

337) A *mperczinga' hossza földünknek nem minden helyén egyenlő*. *Huygen*, az ingák' feltalálója, azt vélte, hogy a mperczinga' hossza mindenütt egyenlő. *Nexon* ellenben az általa felfödözött nehézségi erő' törvényeiből az ellenkezőt következteté, mit *Richer* francia csillagász' tapasztalata (1672) gyakorlatilag is bebizonyított. Ez t. i. Párisból Cayennába (4°, 56 éjsz. szél.) küldetvén észrevette, hogy ott a mperczingája 24 óra alatt 148 lengéssel kevesebbet végzett, minekokáért azt 1,25 vonallal megrövidíteni, Párisba visszatérte után pedig ugyanannyival meghosszabítani kénytelenítették. Ugyanezt *Halley* is az egyenlítőnél, és *Maupertus* Laphonban (1736-ban) tapasztalák. A mperczinga' hossza tehát mind a



332-dik szám ( $\delta$ ) jelű arányának értelme, mind a tapasztalások szerint földünk' egyenlítőjénél kisebb, sarkainál pedig nagyobb, az itt, és ott működő nehézségi erőhez aránylagosan. Sőt ugyanazon helynek különböző magasságaiban különböző a mperczinga' hossza; mert földünk' felületén annál kisebb a nehézségi erő' hatása, minél nagyobb a föld' középpontjátóli távolának négyzete (24). Ezt igazolja a *Bouger* és *Condamine* tapasztalata is, kik szerint azon inga, melly Amazon folyó partján 24 óra alatt 98770 lengést végzett; Quitóban — a tenger színétől 1460 párisi öl magasságon — ugyanazon idő alatt csak 98740; Pichincha heggyen — 2430 párisi ölnyi magasságon — 98720 lengést tett.

*Jegyzék.* Minthogy a mperczinga' hosszának minden bizonyos helyre meghatározott nagyságúnak lennie kell, a hőmérséklet' növekedtével pedig valamint minden test, úgy az inga is kiterjed, és fogytával összehúzódik; szükséges, hogy az igen pontos vizsgálatok végett az összetett mperczingák vagy akkép szerkeztessenek, miként kellő hosszúságuk a hőmérséklet' változásával ne változzék; vagy a bizonyos hőmérséklet alatt tett ingalengések számából hányítás által kerestessék meg azon lengések' száma, mellyeket az inga ugyanazon idő alatt hosszának nem változtatva fagyponi hőmérsék alatt teendett volna.

a) Olly inga, mellynek hossza a hőmérsék' változásaitól független, *pótló ingának* neveztetik. Ez különféle alakú, és szerkezetű lehet; itt például 109. rajz.



csak *Harrison*' (alakja miatt úgynevezett) *rostély-ingá-ját* (Rostpendel) tárgyalandjuk. Áll *ABCD* egyenközt (109. rajz) képző acélrudakból, és *EF* rudnál fogva felakasztható; ezen belől létező *ab* és *cd* sárgaréz vagy horganyrudak alól *BC*, fölül *ad* ruddal összeköttetvék; *ad* rudról függ az acélból készült *ef* ingarud, mellynek végén közönségesen lencse-idomú súly vagyron. Ha ezen inga akkép van szerkezve, hogy annak elméleti hossza a fagyponi hőmérsék alatt épen akkora, a mekkorának a mperczingában lennie kell, az a hőmérsék' növekedése által meghosszabbult *AB*, *CD*, *EF* és *ef* rudak miatt nagyobb; *ab*, *cd* kiterjedt rudak miatt pedig kisebb lesz; de mivel a sárgaréz vagy horgany ugyanazon hőmérsék alatt jóval is nagyobb kiterjedést szenved, mint az acél, lehetséges az *ab* és *cd* rudaknak olly hosszúságot adni, miként kiterjedésük által az inga' hossza épen annyit rövidüljön, a mennyit *AB*, *EF*, és *ef* acélrudak' kiterjedése által hosszabbodik, és így az inga különböző hőmérsékekben is állandó hosszúságú marad. Az *ab* és *cd* sárgaréz-, vagy horgany-rudaknak adandó hosszúság' meghatározása ekkép történik: *EF*, *AB*, és *ef* acélrudak'

összes hossza legyen  $L$ , és azon hossznövekedés, melyet ezen rudak' egységi hossza bizonyos hőmérsék által nyer, legyen  $a$ ;  $ab = cd$  horganyrudak' keregett hosszát jelentse  $x$ , és a horgany egységi hosszának ugyanazon hőmérsék általi kiterjedését  $b$ ; lesz az aczélrudak' összes kiterjedése  $La$ , az  $x$  hosszúságú horganyrudé pedig  $xb$ ; úgy de ezen kiterjedéseknek a tökéletes pótlás' létesítésére egyenlőknek kell lenni; áll tehát ezen egyenlet:  $La = xb$ ,

$$\text{honnét } x = \frac{La}{b}.$$

b) Hogy a mperczinga által valamely  $t$  foknyi hőmérsékben bizonyos idő alatt tett lengések' száma a fagyyponti hőmérsék alatt teendőkre változtathassák, legyen a mperczingát fagyypont alatt illető hosszúság  $= l$ , és annak  $t$  foknyi hévség által nagyobbodott hosszát jelentse  $L$ . Ha az inga' anyaga minden egyes hévségfokra  $l$  hosszúságának  $a$ -nyi részével nagyobbodik, lesz a  $t$  foknyi hőmérsékben nyert hosszabbulása  $lat$ , és az egész hossza  $l + lat$ , avagy  $l(1+at) = L$ . Az  $L$  és  $l$  hosszúságoknak megfelelő lengések' számát nevezvén  $N$  és  $n$ -nek, lesz:

$$N : n = \sqrt{l} : \sqrt{L}, \text{ (333. } \gamma); L \text{ értékét helyettesítvén}$$

$$N : n = \sqrt{l} : \sqrt{l(1+at)}; \text{ honnét}$$

$$n = N \sqrt{1+at}.$$

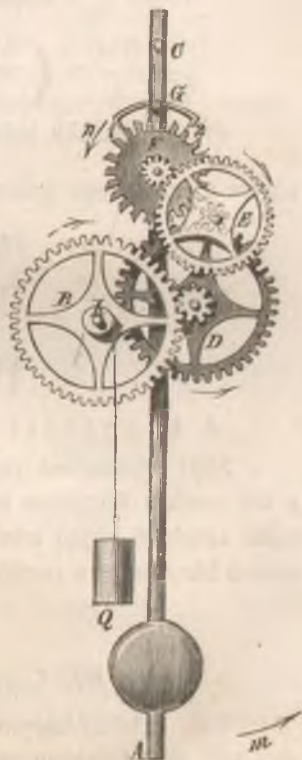
Ha az inga fagyyponton alóli hőmérsékben lengene, változtatott hossza lenne  $L = l(1-at)$  és a fagyypont hőmérsékben teendő lengéseinek száma  $n = N \sqrt{1-at}$ .

338) Az összetett ingának különféle használatai vannak.

a) Olly ingának, melynek elméleti hossza ismeretes, bizonyos idő alatti lengések' számából, kiszámítható a mperczingának is hossza (336).

b) Mperczinga igen czélszerű eszköz az idő' meghatározására, valamint e végett Galilaei után Riccioli és Grimaldi a szabad esés' törvényeinek kémlelésekor használták is. Ezek után nem sokára 1656-ban Huygen az idő határozatra alkalmazandó ingákat kerérendszerből álló műszer-

110. rajz.



rel akkép hozta kapcsolatba, hogy a kerekre ható súly vagy rugony által nemcsak az inga folytonos, s egyenlő lengésben tartassék, hanem az általa tett lengések' száma is az arra készített lapon mutatók által mutattatnék, s így a közéletben használtatni szokott órák' feltalálója lön. Miként az ingának az órakerekekkel össze-kapcsolása érthetővé legyen, lásd a 110-dik rajzot, 235. lapon.

c) Csak a mperczingák' segítségével vala lehetséges a szabad esés' első mperczében megfutott  $g$  tér' nagyságát meghatározni; mert

ha általánosan az inga' lengési ideje:  $t = \pi \sqrt{\frac{l}{2g}}$  (331), azon

esetre, mellyben  $t = 1''$  lesz:

$$1 = \pi \sqrt{\frac{l}{2g}}; \text{ vagy}$$

$$1 = \pi^2 \frac{l}{2g}, \text{ honnét}$$

$$g = \frac{\pi^2 l}{2} = \left( \frac{3,1415926}{2} \right)^2 \cdot 452,739... = 15,51 \text{ bécsi láb.}$$

d) Ha valamely helyre  $g$ -nek értéke már ismertetik, azon helyen a mperczinga' hossza az előbbi  $1 = \pi^2 \frac{l}{2g}$  képletből lesz:

$$l = \frac{2g}{\pi^2} = \frac{31,030}{(3,1415926)^2} = 452,739'''.$$

## IV. Cikk.

A hagyított testek' mozgásáról.

339) Minden test vagy lefelé, vagy fölfelé, és pedig mind a két esetben függélyes irányban, vagy oldalra a függélyes vonallal szögletet képző irányban hagyittathatik. E cikkben tehát mind a három esetre vonatkozó törvények lesznek tárgyalandók.

### I. §.

*A lefelé hagyított testek' mozgásáról.*

340) A lefelé hagyított testre mind a hagyító, mind a nehézségi erő, egy irányban működik, minél fogva ezen két erő' össze-

gével hajtatik. Mivel a hagyító erő pillanatnyi, a nehézségi erő pedig azon magasságokra nézve, melyekre a testek hagyíttathatnak, állandó erőnek tekinthető, léssen a  $v$  sebességgel lefelé hagyított testnek  $t$  idő alatt nyert végső sebessége 249-dik szám szerint:

$$c = v + 2gt \quad . \quad . \quad . \quad (I); \text{ és innen}$$

$$v = c - 2gt \quad . \quad . \quad . \quad (II),$$

$$t = \frac{c-v}{2g} \quad . \quad . \quad . \quad (III).$$

Továbbá a  $v$  sebességgel lefelé hagyított test  $t$  idő alatt  $vt$  tért (240), a nehézségi erő által pedig ugyanazon idő alatt  $gt^2$  tért ír le (315,  $b$ ), tehát mind a két erő összműködtével megfutott tér, melyet  $h$ -nak nevezünk, léssen:

$$h = vt + gt^2 \quad . \quad . \quad . \quad (IV); \text{ honnét}$$

$$v = \frac{h}{t} - gt \quad . \quad . \quad . \quad (V),$$

$$t = \frac{\sqrt{v^2 + 4gh} - v}{2g} \quad . \quad . \quad (VI).$$

Azon alaptétel szerint: hogy egy harmadikhoz egyenlők, maguk közt is egyenlők, (II) és (V) képletből ezen egyenlet ered:

$$c - 2gt = \frac{h}{t} - gt \quad . \quad . \quad . \quad (\alpha);$$

és hasonlóképen (III) és (VI) képletből lesz:

$$\frac{c-v}{2g} = \frac{\sqrt{v^2 + 4gh} - v}{2g} \quad . \quad . \quad (\beta).$$

Ezen egyenletekből  $c$ ,  $h$ ,  $v$ ,  $t$  mennyiségek' értékét még másképen is kifejezhetni. Így:

$$(\alpha)\text{-ből leend: } c = \frac{h}{t} + gt \quad . \quad . \quad . \quad (VII);$$

$$(\beta)\text{-ből } c = \sqrt{v^2 + 4gh} \quad . \quad . \quad . \quad (VIII)$$

$$(\alpha)\text{-ből } h = ct - gt^2 \quad . \quad . \quad . \quad (IX)$$

$$(\beta)\text{-ből } h = \frac{c^2 - v^2}{4g} \quad . \quad . \quad . \quad (X)$$

$$(\beta)\text{-ből } v = \sqrt{c^2 - 4gh} \quad . \quad . \quad . \quad (XI)$$

$$(\alpha)\text{-ből } t = \frac{c - \sqrt{c^2 - 4gh}}{2g} \quad . \quad . \quad (XII).$$



*Példa.* Legyen a hagyítási sebesség  $v=10'$ ; a test' mozgási ideje  $t=8''$ ; a megfutott magasság  $h=1072'$ , és a végső sebesség  $c=258'$ . Ha ezen mennyiségeknek ketteje adatik, a másik kettő is egyenként, az imént létre hozott képletek közül kiszemelt illetőnek segítségével könnyen feltalálható.

## II. §.

### *A fölfelé hagyított testek' mozgásáról.*

341) A fölfelé hagyított testre működő hagyító erő ellenirányos a nehézségerővel, a test tehát ezen erők' különzkével fölfelé egyenletesen lassúdó mozgással halad, minekokáért  $t$  időnek megfelelő sebessége 255-dik szám szerint lészen:

$$c = v - 2gt \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I); \text{ honnét}$$

$$v = c + 2gt \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (II)$$

$$t = \frac{v - c}{2g} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (III).$$

A fölfelé hagyított test által  $t$  idő lefolyta alatt megfutott tér pedig (257) szerint lészen:

$$h = vt - gt^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (IV); \text{ és innen}$$

$$v = \frac{h}{t} + gt \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (V)$$

$$t = \frac{v - \sqrt{v^2 - 4gh}}{2g} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (VI);$$

(II) és (V) képletek összehasonlításából áll ezen egyenlet:

$$c + 2gt = \frac{h}{t} + gt \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (a);$$

valamint a (III) és (VI) képletekből emez:

$$\frac{v - c}{2g} = \frac{v - \sqrt{v^2 - 4gh}}{2g} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\beta);$$

ezekből pedig  $c$ ,  $h$ ,  $v$ ,  $t$  mennyiségek' értékeit még következendőképen is lehet kitenni:

$$(\alpha)\text{-ból leend: } c = \frac{h}{t} - gt \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (VII)$$

$$(\beta)\text{-ból „ } c = \sqrt{v^2 - 4gh} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (VIII)$$

$$(\alpha)\text{-ból „ } h = ct + gt^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (IX)$$

$$(\beta)\text{-ból} \quad ,, \quad h = \frac{v^2 - c^2}{4g} \quad . \quad . \quad . \quad (X)$$

$$(\beta)\text{-ból} \quad ,, \quad v = \sqrt{c^2 - 4gh} \quad . \quad . \quad (XI)$$

$$(\alpha)\text{-ból} \quad ,, \quad t = \frac{\sqrt{c^2 + 4gh} - c}{2g} \quad . \quad (XII).$$

*Példa.* Legyen a test' hagyítási sebessége  $v=1240'$ , fölemelkedésnek ideje  $t=40''$ ; a magasság, melyre följut,  $h=24800'$ ;  $t$  időnek megfelelő végső sebesség  $c=0$ . Ha ezen mennyiségekből kettő ismeretesnek tekintetik, másik kettő az előbbi képletek közül czélszerűen választottak által kiszámítható.

*Jegyzék.* Azon esetben, midőn  $c$  és  $h$  mennyiségek' értékét kifejező képletekben  $t$  idő nagyobbnak tételik annál, mellynek a megfelelő vég sebesség  $c=0$ , akkor  $c$  értéke nemleges lesz, annak jeléül hogy ezen nemleges sebesség csak azon időponttól kezdve szereztetett, mellyben a test emelkedését esésre változtatta;  $h$  értéke pedig csak azon ponttól távolságot jelenti, mellyben a fölhagyított test emelkedni kezdett.

342) Azon esetre, midőn a fölfelé hagyított testnek emelkedése megszűnik, vagy  $c=0$ , az előbbi szám alatt kifejtett képletekből több nevezetes következtény származik. Így:

a) (II) képletből a mondott esetben lesz  $v=2gt$ ; azaz: ha a test annyi ideig szabadon esnék, a mennyi alatt emelkedési sebessége megsemmisült, eredeti hagyítási sebességét teljesen visszanyerné.

b) (III) képletből nyilvános, hogy ha  $c=0$ , lesz  $t=\frac{v}{2g}$ ; azaz: a fölhagyított test csak addig emelkedik fölfelé, míg  $t$  egyenlő nem lesz  $\frac{v}{2g}$  értékhez. Miből azt is láthatni, hogy annál később szűnik meg a fölhagyított test emelkedni, minél nagyobb a hagyítási sebessége  $v$ ,  $2g$  mint minden esetben állandó mennyiség, a fölemelkedési idő nagyságában semmi különbséget sem okozván.

c) (VIII) és (IX)-dik képletből kitűnik, miként lévén  $c=0$ , lesz  $h=gt^2$ ; azaz: azon magasság, melyre a fölhagyított test hág, egyenlő ugyanazon idő alatt szabad esés által megfutandó térhez.

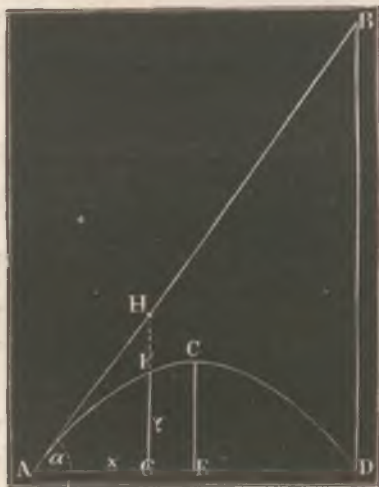
d) (XI)-dik képletből látható, hogy ha  $c=0$ , lesz  $v=2\sqrt{gh}$ ; azaz: a fölfelé hagyított test azon magasságra emelkedik, mellyről szabadon esvén eredeti hagyítási sebességét visszanyerné.

### III. §.

#### *Az oldalaslag hagyított testek' mozgásáról.*

343) Az oldalaslag, azaz a függélyes vonallal szögletet képző irányban hagyított testre működő erők, t. i. a hagyító, és nehézség, szöglet alatt működnek, s minthogy a hatalmunkban létező hagyító erő által eszközölt  $v$  sebesség jóval is kisebb azon végső sebesség' felénél, mellyet a test szabad eséssel a föld' középpontjáig nyerne, a 272. szám b) pontja alatt mondottaknál fogva minden hagyított test olly kerületet törekszik leirni, mellynek üres gyúpontja a hagyított testtől nem messzire van, a nehézségerő' középpontját magában foglaló gyúpontja pedig a földgömb' középpontjával összeesik. Ennélfogva a hagyított test által leirandó pálya igen összenyomott kerület, mellynek mi a föld' színén csak azon kis részét láthatjuk, melly minden észrevehető hiba nélkül hajtaléknak tekinthető, s azért mondani szoktuk, hogy a hagyított testek haj-

111. rajz.



talék-görbületű utat futnak meg, mellynek metszékei úgy vannak mint a megfelelő rendékek' négyzetei. Legyen az  $AB$  (111. rajz) irányban hagyított test által leirt hajtalék-görbületű út  $ACD$ , ennek két szélső pontját összefoglaló egyenes  $AD$  vonal a *hajtás' tágulata*; legmagasabb  $c$  pontjából  $AD$ -re merőlegesen bocsátott  $CE$  vonal a *hajtás' magassága*; azon idő, mellyben a test  $ACD$  utat megfutja, *hajtás' idejének*, a hagyítási irány, és hajtás' tágulata közti  $BAD = \alpha$  szöglet *hajtás' szögének* neveztetik.

344) Adatván a hagyítási sebesség  $v$ , és hajtási szöglet,  $ACD$  útnak bármelly pontja, például  $F$ , meghatározható, mellyben a hagyított test bizonyos  $t$  idő után létezik. Mert e végre nem egyéb kívántatik,







348) Innét kitetszik *a)* hogy a hajtási tágulat a kétszeres hajtási szöglet' keblétől függ; a mikor tehát a kétszeres hajtási szöglet' keble legnagyobb, akkor a hajtási tágulatnak is legnagyobb-nak kell lenni; már pedig  $2\alpha$  szöglet' keble legnagyobb, ha  $2\alpha=90^\circ$ , avagy  $\alpha=45^\circ$ ; tehát a legnagyobb hajtási tágulatra szolgáló kép-

let lesz: 
$$i = \frac{v^2 \sin (45+45)}{2g}.$$

*b)* Hogy a hajtási tágulat nem változik, ha a test akár valamely fölvett hajtási szöglet alatt, akár azon szöglet' pótléka alatt hajtassék. Mert a fölvett  $\alpha$  szöglet alatt hagyított test' hajtási tágu-

lata:  $i = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{2g}$  (347); az  $\alpha$  szöglet' pótlékszöglete  $(90^\circ-\alpha)$

alatt hajtotté pedig (VIII) képlet szerint,  $i' = \frac{v^2 \sin}{2g} 2(90^\circ-\alpha) =$

$\frac{v^2}{2g} \sin (180^\circ-2\alpha)$ ; de a  $180$  fokra egymást kiegészítő szögletek' függ-

vényei egymáshoz egyenlők, azaz:  $\sin (180-2\alpha) = \sin 2\alpha$ ; tehát lesz:

$$i' = \frac{v^2}{2g} \sin 2\alpha;$$

ennélfogva  $i = i'$ . A hagyított test tehát ugyanazon távolra halad, ha különben egyenlő körülmények közt  $30^\circ$  vagy  $60^\circ$  hajtási szöglet alatt hagyitassék.

349) *Meghatározni azon sebességet, mellyel a testnek bizonyos hajtási szöglet alatt hagyittatni kell, hogy az adott magasságra fölemelkedjék, vagy az adott tágulatú utat megfussa. Minthogy az*

adott hajtási magasság  $h = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{4g}$  (346), lesz:

$$v^2 = \frac{4gh}{\sin^2 \alpha}, \text{ és maga a keresett sebesség}$$

$$v = \sqrt{\frac{4gh}{\sin^2 \alpha}} \dots \dots (IX).$$

Hasonlóképen, mivel az adott hajtási tágulat

$$i = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{2g} \text{ (347), lesz:}$$

$$v^2 = \frac{2gi}{\sin 2\alpha}, \text{ honnét a keresett sebesség}$$

$$v = \sqrt{\frac{2gi}{\sin 2\alpha}} \quad \dots \quad (\text{X}).$$

350) Meghatározni a hajtási szöglet' nagyságát, melly alatt a testnek bizonyos  $v$  sebességgel hagyittatni kell, hogy az adott magasságra fölemelkedjék. Az adott hajtás-magasság lévén :

$$h = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{4g} \quad (346), \text{ lesz :}$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{4gh}{v^2}, \text{ és innen}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{4gh}{v^2}} \quad \dots \quad (\text{XI}).$$

*I. Jegyzék.* Ha kerestetnék azon hajtási szöglet, melly alatt  $v$  sebességgel hagyított test bizonyos magasságban létező  $F$  ponton (111. rajz, 240. lapon) keresztül menjen, az csak terjedelmesb hányítás által határozható meg; de erről lásd *Brewer's Lehrbuch der Mechanik II. Theil Seite 54.*

*II. Jegyzék.* A hagyított testek' elméletileg meghatározott hajtásmagassága, és tágulata, hajtási sebessége, és szöglete igen érezhetőleg különböznek a gyakorlatban tapasztaltaktól; mert :

*a)* Igen nehéz például egy ágyuból kilökött golyónak sebességét minden esetre megmérni; minthogy ez nemcsak a löpor' mennyiségétől, hanem annak minőségétől is függ.

*b)* A hagyított test valódiilag nem hajtálékot, hanem kerülék-ívet törekszik megfutni; ennélfogva a nehézségi erő irányai egész hajtás-távlatban egymással nem maradnak egyenközüek, mint az elméletben föltételeztetik.

*c)* A lég' ellenállása miatt sem a hagyítási sebesség nem marad állandó, sem a nehézség által okozott mozgás egyenletesen sebesedő.

*d)* Végre az ágyuból vagy puskából lökött golyó a csőben szenvedett surlódás által olly forgásba hozatik, mellynek iránya a hagyítási iránynyal a golyó' egyik felén megegyez, másik felén ellenkezik; minélfogva a golyó egyik felén nagyobb légellenállást tapasztalván, a különben megtartandó irányától észrevehetőleg eltérni kénytelen. Ezen irányt változtató körülmény' elhárítása végett igen czélszerű a puskacsők' belsejét csavar-alakú harázdákkal ellátni; mert ezek által a kilökött golyó megteendő útjára nézve merőleges síkban forogni kényszerítettetik, és így a rája ható légellenállás mindenfelől egyenlő marad. Ezekről lásd : *Neue Grundsätze der Artillerie, enthaltend die Bestimmung der Gewalt des Pulvers, nebst einer Untersuchung über den Unterschied des Widerstandes der Luft in schneller und langsamer Bewegung. Aus dem Englischen des H. Benjamin Robins, übersetzt, und mit vielen Anmerkungen versehen von Leonard Euler, Berlin 1745. És: Gehlehr's physikalisches Wörterbuch, I. B. Seite 742.*

## II. FEJEZET.

### A szilárd testek' ütközéséről.

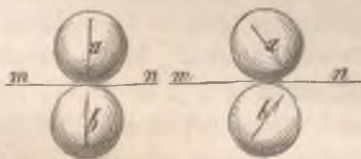
351) Bármely erő által mozgási állapotba tétetett test e föld' színén nem képes mozgását a nélkül folytatni, hogy más útjában álló, vagy lassabban haladó, vagy ellenirányban feléje közeledő testekbe ne ütközzék. Ha ütközés közben a tömegeknek középpontjaik az érintkezésük' pontján gondolt érintő síkra merőleges irányban hatnak, az ütközés *egyenes*, különben *ferde* nevet visel. Mind-egyik, mind másik ismét vagy *középponti*, vagy *középpont-kivüli* lehet: a mint az ütő tömeg középpontjának iránya az *ütött tömeg* középpontján is átmegy, vagy nem. Midőn az ütköző testek gömbalakúak, és egyenlő tömörségűek, akkor azoknak egyenes ütközésük egyszersmind középponti is, és ferde ütközésük mindig középpont-kivüli, mint ezt a 112. és 113. rajzok' megtekintéséből azonnal észrevehetni; de az említett feltételek' nem létében lehetséges, hogy az egyenes ütközés legyen egyszersmind középpontkivüli (114. rajz), és a ferde ütközés legyen középponti is (115. rajz).

112. rajz.

113. rajz.

114. rajz.

115. rajz.



Ezen rajzoknak mindegyikében *a* és *b* jelentik a tömegek' középpontját, nyilak mutatják a nevezett középpontok' mozgási irányát; *mn* vonal pedig az érintő sík' szelvényét. — De legyen az ütközés bármelyik a mondottak közül, az által nemcsak az ütött test' nyugvási, vagy mozgási állapotában, hanem az ütő testében is bizonyos változások történnek, melyek a szerint, a mint a testek vagy tökéletesen rugalmatlanok, vagy tökéletesen rugalmasok, különbözök. Ennek okáért előbb a tökéletesen rugalmatlan, azután a tökéletesen rugalmas testek' ütközése tárgyalandó.



## I. Czikk.

### A testek' egyenes ütközéséről.

#### I. §.

#### *A rugalmatlan testek' egyenes ütközéséről.*

352) Az egyenesen ütköző testeknek tömegeit jelentsék  $M$  és  $m$ , ütközés előtti sebességüket  $C$  és  $c$  úgy, hogy ha  $m$  tömeg, melyet ütöttek nevezünk, az ütő  $M$  tömeggel egy irányban halad, sebessége legyen  $+c$ , különben  $-c$ , tehát általánosan  $\pm c$ . Ezen tömegeknek mozgási nagyságuk az ütközés előtt lészen  $MC$  és  $\pm mc$  (242). Ha  $MC > \pm mc$ , akkor az ütő  $M$  az ütött  $m$ -re hat, és vele bizonyos mozgás-nagyságot közöl, s mivel tömegét nem nagyobbíthatja, nagyobbítja sebességét. Az ütött  $m$  ellenben tehetlensége miatt tulajdon mozgási, vagy nyugvási állapotját megtartani törekedvén a reá ható ütő  $M$ -re visszahat, és mozgás-nagyságát kisebbíti; s minthogy tömegét nem kisebbítheti, kisebbíti sebességét. A rugalmatlan testek' ütközésében tehát ütő  $M$  sebessége fogy, az ütött  $m$ -é nő, s pedig mindaddig, míg  $m$   $M$ -nek akadályul lenni megszűnik, azaz míg mind a két tömeg' sebessége egyenlő nem lesz. Ezen ütközés utáni közös sebességet nevezvén  $x$ -nek, kifejezhetni az ütő test' vesztett sebességét, ha az ütközés előtti  $C$  sebességből az ütközés utáni  $x$  kivonatik; lesz tehát  $= C - x$ . Hasonlóképen az ütött  $m$  által nyert sebesség föllelhető, ha az ütközés utáni  $x$  sebességből az ütközés előtti sebesség  $\pm c$  kivonatik; lesz tehát  $= x \mp c$ . Az ütő test' vesztett sebességét  $M$ -el, az ütöttét  $m$ -el szorozván, az ütő test' vesztett mozgás-nagysága leend:  $= M(C - x)$ ; az ütött test' nyert mozgás-nagysága pedig  $= m(x \mp c)$ .

353) *Rugalmatlan testeknek ütközés utáni sebessége.* Mint-hogy a hatásnak ellenes, és egyenlő a visszahatás (243), következik, hogy az ütött test által nyert mozgás-nagyság sem kisebb, sem nagyobb nem lehet az ütő test által vesztett mozgás-nagyságnál; áll tehát:

$$M(C - x) = m(x \mp c), \text{ avagy} \\ MC - Mx = mx \mp mc,$$

$$MC \pm mc = Mx + mx$$

$$MC \pm mc = x (M + m); \text{ és innen}$$

$$x = \frac{MC \pm mc}{M + m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I);$$

azaz: rugalmatlan testeknek ütközés utáni sebessége egyenlő a tömegek összegével elosztott ütközés előtti mozgás-nagyságok' betűvelési összegéhez.

354) Az  $x$  sebesség' értékét jelentő (I) képlet általános, s azért minden előfordulható esetre alkalmazható. Így:

a) Ha a tömegek ütközés előtt egy irányban haladnak, lesz:

$$x = \frac{MC + mc}{M + m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (II).$$

b) Ha ellenkező iránynyal különböző mozgás-nagysággal ütköznek, lesz:

$$x = \frac{MC - mc}{M + m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (III).$$

c) Ha az ellenkező iránynyal ütköző tömegek' mozgás-nagysága egyenlő, avagy  $MC = mc$ , akkor  $MC - mc = 0$ , tehát:

$$x = \frac{MC - mc}{M + m} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (IV).$$

d) Ha az ütött test ütközés előtt nyugszik,  $c = 0$ , tehát az általános (I) képlet a következővé változik:

$$x = \frac{MC}{M + m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (V).$$

e) Ha az ütött, és nyugvó  $m$  tömeg  $M$  tömeghez képest végtelen nagy, akkor az előbbi képletből lesz:

$$x = \frac{MC}{M + \infty} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (VI).$$

355) Föllelve lévén a rugalmatlan testeknek ütközés utáni közös sebességük, az ütő test által veszített, és ütött test által nyert sebességeket is meghatározott nagyságokban kitehetni. Ugyanis:

a) Az ütő test által veszített sebesség  $C - x$  (352); de

$$x = \frac{Mc \pm mc}{M + m} \quad (353); \text{ és így}$$

$$C - x = C - \frac{MC \mp mc}{M + m}, \text{ vagy}$$

$$\begin{aligned}
 C - x &= \frac{MC + mC - MC \mp mc}{M + m} \\
 &= \frac{mC \mp mc}{M + m} \\
 &= \frac{m (C \mp c)}{M + m} \quad \dots \quad \text{(VII).}
 \end{aligned}$$

b) Az ütött test által nyert sebesség  $x \mp c$  (352); melyben  $x$  értékét az általános (I) képletből helyettesítvén, lesz:

$$\begin{aligned}
 x \mp c &= \frac{MC \mp mc}{M + m} \mp c \\
 &= \frac{MC \mp mc \mp Mc \mp mc}{M + m} \\
 &= \frac{MC \mp Mc}{M + m} \\
 &= \frac{M (C \mp c)}{M + m} \quad \dots \quad \text{(VIII).}
 \end{aligned}$$

*Jegyzék.* Az eddig kifejtett képletek még egyszerűbbekké válnak, ha  $M = m$ ; ugyanis akkor a számolóban mind  $M$ , mind  $m$  helyett lesz 1, mi ki-nem iratik, a nevezőben pedig  $M + m$  helyett lesz 2, teendő.

356) Az ütött, és ütközés előtt nyugvó tömegnek ütközés utáni sebessége  $x = \frac{MC}{M+m}$  (354, V); tehát  $x (M+m) = MC$ ; innét pedig áll a következő arány:

$$C : x = M + m : M.$$

Ezen arány segédelmével meglehet az ütközés utáni sebességet határozni minden tömegre nézve, mely bizonyos nagyságú tömegek által képzett sorozatban létezik, és azon sorozatnak első tömege az utána következőbe adott sebességgel ütközik. Így ha képzelünk egy, több rugalmatlan, egymást érő, gömbalakú tömegekből akkép rendezett sorozatot, hogy középpontjaik egyenes vonalban fekszenek, s fölteszük hogy tömegeik' nagysága mértani haladá-ványban  $q$  hányados szerint nagyobbodik vagy kisebbedik, azt ek-képen jelenthetni:  $M, Mq, Mq^2, Mq^3 \dots Mq^n$ . Ha ezen sorozatnak első tömege  $M$ , második  $Mq$  tömegbe  $C$  sebességgel ütközik, a fön-nebbi arány szerint lesz:

$$C : x = M + Mq : M, \text{ vagy}$$

$$C: x = 1 + q : 1;$$

már ezen arányból mindegyik tömeg' sebessége megtalálható, ha  $C$  helyébe az előtte létező tömeg' sebessége tétetik; mivel minden előbbi tömeg az öt követőre nézve üttő gyanánt tekintendő; lesz tehát ez arányból:

$$C: x' = 1 + q : 1; \text{ az 1-ső üttött sebessége } x' = \frac{C}{1+q}$$

$$\frac{C}{1+q}: x'' = 1 + q : 1; \text{ a 2-dik üttött } \quad \quad \quad x'' = \frac{C}{(1+q)^2}.$$

$$\frac{C}{(1+q)^2}: x''' = 1 + q : 1, \text{ a 3-ik üttött } \quad \quad \quad x''' = \frac{C}{(1+q)^3}$$

$$\text{És így az } n\text{-edik üttött tömeg' sebessége leend } x^n = \frac{C}{(1+q)^n}.$$

*Jegyzék.* A kifejtett ütközési törvények' igazságát kísérleti úton leginkább ólom- vagy levegőn szárított agyag-golyókkal lehet, de csak közelítőleg megmutatni, mert ezek sem tökéletesen rugalmatlanok. Különböztetnek állanak e törvények azon esetre is, midőn az ütköző rugalmatlan tömegek puhák, csak-hogy akkor az üttő test' mozgás-nagysága vagy részint vagy egészen az üttött puha tömeg' alakjának változtatására fordítatik.

### Példák:

a) Mekkora az ütközés utáni közös sebesség?

1) Ha üttő	üttött testben	
$M = 8$	$m = 12$	} lesz : $MC + mc = 176$
$C = 10$	$c = 8$	
$MC = 80$	$mc = 96$	
		$x = 8,8$

2) Ha üttő	üttött testben	
$M = 8$	$m = 12$	} lesz : $MC - mc = 20$
$C = 10$	$c = -5$	
$MC = 80$	$mc = -60$	
		$M + m = 20$
		$x = 1$

3) Ha üttő	üttött testben	
$M = 6$	$m = 7$	} lesz : $MC - mc = 0$
$C = 7$	$c = -6$	
$MC = 42$	$mc = -42$	
		$M + m = 13$
		$x = 0$

4) Ha üttő	üttött testben	
$M = 8$	$m = 8$	} lesz : $MC + mc = 120$
$C = 10$	$c = 5$	
$MC = 80$	$mc = 40$	
		$M + m = 16$
		$x = 7,5$



$$\begin{array}{l|l}
 \text{5) Ha ütő} & \text{ütött testben} \\
 M = 8 & m = 12 \\
 C = 10 & c = 0 \\
 MC = 80 & mc = 0
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} M \\ C \\ MC \end{array}} \right\} \text{ lesz : }
 \begin{array}{l}
 MC + mc = 80 \\
 M + m = 20 \\
 x = 4
 \end{array}$$

b) Mekkora az ütő test által veszített, és az ütött által nyert sebesség?

$$\begin{array}{l|l}
 \text{1) Ha ütő} & \text{ütött testben} \\
 M = 4 & m = 6 \\
 C = 12 & c = 2
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} M \\ C \end{array}} \right\} \text{ lesz : }
 \begin{array}{l}
 \text{az ütő test veszített sebessége} = 6 \\
 \text{az ütött test nyert sebessége} = 4
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l}
 \text{2) Ha ütő} & \text{ütött testben} \\
 M = 10 & m = 2 \\
 C = 12 & c = 0
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} M \\ C \end{array}} \right\} \text{ lesz : }
 \begin{array}{l}
 \text{az ütő test veszített sebessége} = 2 \\
 \text{az ütött test nyert sebessége} = 10
 \end{array}$$

## II. §.

### *A rugalmas testek' egyenes ütközéséről.*

357) Ezeknek ütközésében két pillanatot különböztetünk meg, nevezet szerint az összenyomás, és kiterjedés' pillanatát. Először a  $C$  és  $\pm c$  sebességekkel ütköző rugalmas  $M$  és  $m$  tömegek mindaddig összenyomatnak, míg a lassabban haladó  $m$ , a másiknak akadályul lenni megszűnik, azaz: míg mind a két tömeg' sebessége közös, és egyenlő nem lesz. Az összenyomási pillanatban tehát éppen az történik, mi történendne, ha az ütköző tömegek rugalmatlanok volnának. — Második pillanatban az összenyomott rugalmas tömegek magokat előbbi alakjukba akkora erővel kiterjesztvén, mekkorával előbb összenyomattak, sebességeikben új változást szenvednek. Tudniillik  $M$  tömeg hirtelen kiterjedvén ujjonnan  $m$  tömegbe ütközik, s vele ismét akkora sebességet közöl, mekkorát már az összenyomás' pillanatában közlött;  $m$  tömeg hasonlóan összenyomott részeinek kiterjedése által  $M$ -re visszahatván, sebességéből megint annyit ront le, mennyit összenyomás' pillanatában lerontott. De  $M$  tömegnek, ha rugalmatlan volna, veszített sebessége  $C - x$ ,  $m$  tömegnek pedig, mint rugalmatlannak, nyert sebessége lenne  $x + c$  (352); tehát jelen esetben az ütközés alatt  $M$ -nek veszített sebessége  $2C - 2x$ ,  $m$ -nek pedig nyert sebessége  $2x + 2c$  leend. — Ha az előbbi sebesség  $M$ -el, emez  $m$ -el szoroztatik,  $M$  tömegnek veszített mozgás-nagysága lesz  $= M(2C - 2x)$ , és  $m$  tömegnek nyert mozgás-nagysága  $= m(2x + 2c)$ ; azaz: *rugalmas testek' ütközésében az ütő test két akkora mozgás-nagyságot vesz, az ütött pedig két akkorát nyer, mint ez rugalmatlan létükben történt volna.*

358) *Rugalmas testeknek ütközés utáni sebessége.* Ha ütő  $M$ -nek az ütközés alatt veszített sebessége  $2C - 2x$  az ütközés előtti  $C$  sebességből kivonatik, lesz az ütközés utáni sebessége :

$$\begin{aligned} C' &= C - (2C - 2x) \\ &= C - 2C + 2x \\ &= 2x - C; \end{aligned}$$

$x$ -nek 353-dik szám alatt feltalált általános értékét helyettesítvén lesz :

$$\begin{aligned} C' &= \frac{2MC \pm 2mc}{M + m} - C \\ &= \frac{2MC \pm 2mc - MC - mC}{M + m} \\ &= \frac{MC \pm 2mc - mC}{M + m}; \end{aligned}$$

minthogy  $C$  közös szorzó, azt kivéve lesz :

$$C' = \frac{C [M - m] \pm 2mc}{M + m} \quad . \quad . \quad (I).$$

Mi az ütött  $m$ -nek ütközés utáni  $c'$  sebességét illeti, az feltalálható, ha az ütközés alatt nyert  $2x \mp c$  sebességéhez adatik az ütközés előtti  $\pm c$  sebessége; tehát lesz :

$$\begin{aligned} c' &= 2x \mp 2C \pm c \\ &= 2x \mp c; \quad x \text{ értékét helyettesítve} \\ &= \frac{2MC \pm 2mc}{M + m} \mp c \\ &= \frac{2MC \pm 2mc \mp Mc \mp mc}{M + m} \\ &= \frac{2MC \pm mc \mp Mc}{M + m}; \end{aligned}$$

$\mp c$  közös szorzóul tekintetvén lesz :

$$c' = \frac{\mp c [M - m] + 2MC}{M + m} \quad . \quad (II).$$

359) Az (I) és (II) képletek szerint két rugalmas testeknek ütközés utáni sebességüket minden előkerülhető esetre kiszámolhatni, megjegyezvén azonban, hogyha  $C'$  vagy  $c'$ -nek értéke  $+$  jegyű, akkor az illető testnek ütközés utáni mozgása az ütő test' ütközés előtti irányával megegyez, ha pedig  $-$  jegyű, akkor a mondott iránynyal ellenkezik. Így :

a) Ha  $M = m$ ,  $C$  és  $c$  sebességekkel összeütköznek, lesz :

$$C' = c; \text{ és } c' = C \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (III)$$

azaz : egyenlő tömegű, és ütközés előtt egy irányban haladó rugalmas testek, ütközés után fölcserélt sebességekkel az előbbi irányban menendnek.

b) Ha  $M = m$ ,  $C$  és  $-c$  sebességekkel ütköznek, lesz :

$$C' = -c; \text{ és } c' = C \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (IV)$$

azaz : egyenlő tömegű, és elleniránnyal ütköző rugalmas testek ütközés után fölcserélt sebességekkel egymástól vissza szöknek.

c) Ha  $M = m$ , és  $c = 0$ , avagy az ütött test ütközés előtt nyugszik, lesz :

$$C' = 0; \text{ és } c' = C \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (V)$$

azaz : ha nyugvó rugalmas testbe egyenlő tömegű rugalmas test ütközik, az ütő test ütközés után nyugodni, ütött pedig az ütőnek sebességével haladni fog.

d) Ha  $M$  tömeg mozdulatlan  $m$  tömegbe ütközik, ennek mind ütközés előtti, mind utáni sebessége lesz  $= 0$ , tehát a (II) képlet

ezzé válik :  $0 = \frac{2MC}{M+m}$ ; miből kiviláglik, hogy  $m = \infty$ . Ezeket szem előtt tartván, az (I) képletből lesz :

$$C' = \frac{C[M - \infty]}{M + \infty} = \frac{C[-\infty]}{\infty} = \frac{C[-1]}{1} = -C \quad . \quad (VI)$$

azaz : mozdulatlan tömegbe ütköző rugalmas test, attól előbbi sebességével ellenkező irányban visszapattan.

Jegyzék. Ekkép az (I) és (II) képlet azon esetekre is használható, melyekben  $M > m$  vagy  $M < m$ .

360) Az ütött, és ütközés előtt nyugvó tömegnek ütközés utáni sebessége (II) képletből  $c' = \frac{2MC}{M+m}$ ; tehát  $c'(M+m) = 2MC$ ; innét pedig a következő arány származik :

$$C : c' = M+m : 2M.$$

Ezen arányból világosan kitünik, hogy :

a) ha  $M = m$ , lesz :  $M+m = 2M$ ; tehát  $C = c'$ ;

ha  $M > m$ , lesz :  $M+m < 2M$ ; tehát  $C < c'$ ;

ha  $M < m$ , lesz :  $M+m > 2M$ ; tehát  $C > c'$ .

b) Ugyanezen arány' használatával könnyen kiszámíthatni valamely mértani sorozatot képző tömegek' mindegyikének meg-

felelő sebességét, ha a sorozat' első tömege az utána következőbe bizonyos  $C$  sebességgel ütközik. Ugyanis ha a sorozatot képző tömegek nagyságai mértani haladványban  $q$  hányados szerint vagy nőnek, vagy kisebbednek, az illy módon jelenthető lesz:  $M, Mq, Mq^2, Mq^3, \dots, Mq^n - 1, Mq^n$ . Ezen sorozat' második tömegének, mint első ütöttnek  $c'$  sebességét keresvén lesz:

$$C: c' = M + Mq: 2M, \text{ avagy}$$

$$C: c' = 1 + q: 2; \text{ és innen az első ütött sebessége } c' = \frac{2C}{1+q},$$

ha az ütött test' feltalált sebessége az arányban  $C$  helyett tétetik, azonnal föllelhető a következőnek ütközés utáni sebessége; lesz tehát:

$$\frac{2C}{1+q}: c'' = 1 + q: 2; \text{ innen a 2-dik ütött sebessége } c'' = \frac{2^2 C}{(1+q)^2}$$

$$\frac{2^2 C}{(1+q)^2}: c''' = 1 + q: 2; \text{ innen a 3-dik ütött sebessége } c''' = \frac{2^3 C}{(1+q)^3}.$$

$$\text{És hasonlókép az } n\text{-dik ütött sebessége leendő } C^n = \frac{2^n C}{(1+q)^n} \quad (\text{VII}).$$

*I. Jegyzék.* A tökéletes rugalmasságú testeknek egyenes ütközéséről szóló törvények, a nem tökéletes rugalmasságú testek' ütközésére is alkalmazhatók: mert ezen kitévelt  $2(C-x)$ , melly az ütő test által vesztett sebességet jelenti, és emezt  $2(x+c)$ , melly az ütött test által nyert sebességet mutatja (357), következőképen is általánosan kifejezhetni:

$$2(C-x) = (1+E)(C-x); \alpha \text{ és}$$

$$2(x+c) = (1+E)(x+c); \beta).$$

Midőn ezen kitételek rugalmatlan testekre alkalmazandók, akkor a rugalmasság' velejárója (coefficient)  $E=0$ ; ha tökéletesen rugalmas testekről van szó, akkor  $E=1$ ; midőn pedig a tökéletlen rugalmasságú testek' ütközése volna tárgyalandó, azon esetben  $E$  egyenlő lenne egy tört számhoz, mellynek értéke kevesebb egynél. Ha  $(\alpha)$  és  $(\beta)$  kitételek az ütő, és ütött test' ütközés utáni sebességének meghatározása végett azon módon használnatnak, mellyet 358. szám alatt követtünk, végre e következő képleteket adják:

$$C' = \frac{C[M-mE] + [1+E]mc}{M+m} \dots (\gamma).$$

$$c' = \frac{+c[ME-m] + [1+E]MC}{M+m} \dots (\delta).$$

A rugalmasság  $E$  velejárójának értékét csak azon testekkel teendő kísérlet által tudhatni meg, mellyeknek ütközés utáni sebességük  $(\gamma)$  és  $(\delta)$  képletekből kerestetik. Tudniillik ha a tökéletes rugalmasságú test egy fektentes mozdulatlan lapra  $H$  magasságból leejtetnék, annak végső sebessége lenne  $2\sqrt{gH}$



(315) s minthogy a tökéletesen rugalmasságú test a mozdulatlan laptól ugyanakkora sebességgel visszapattan, minővel bele ütközött (359. V); szükségképen visszapattanási sebessége lenne szintén  $2\sqrt{gH}$ , és ezzel fölfelé  $H$  magasságra hágna (342). Ellenben ha egy tökéletlen rugalmasságú test  $H$  magasságból az említett lapra leeresztetik, az csak valamely  $H$ -nál kisebb  $h$  magasságra fog visszaugrani, tehát visszapattanási sebessége leend  $2\sqrt{gh}$ , melly annál kisebb leend, mint  $2\sqrt{gH}$ , minél kisebb rugalmasságú a leeresztett test; áll tehát:

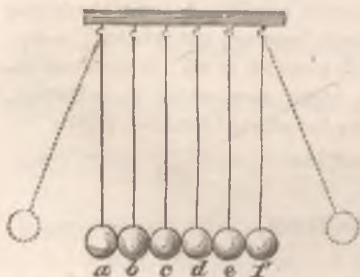
$$2\sqrt{gH} : 2\sqrt{gh} = 1 : E, \text{ és innen}$$

$$E = \frac{2\sqrt{gh}}{2\sqrt{gH}} = \sqrt{\frac{h}{H}};$$

azaz: a rugalmasság velejárója egyenlő azon hányados' négyzetes gyökéhez, melly a visszapattanási magasságnak a leesési magassággal véghez vitt elosztásból keletkezett. — Azonban tévedés kikerülése végett  $E$  velejáró mindig ugyanazon körülményhez képest leszen meghatározandó, mellyben az ütközés történik, vagy más szóval: a tökéletlen rugalmasságú test, ha nem gőmbalakú, ugyanazon pontjával essék a mozdulatlan lapra, mellyikkel az ütközésben érintkezik, mert ugyanazon tömeg különböző pontjaiban rugalmassággal szokott birni. (Lásd Kayser's Handbuch der Mechanik 1842. 322 lapon).

II. Jegyzék. A rugalmas testek ütközéséről elősorolt törvényekből értelmezzük Nollét ütközési készülétén tapasztalható tüneteményeket. Ezen készülét t. i. nem egyéb, mint elefántcsontból készült, és egymást érintő golyóknak sorozata, mellyeknek mindegyike egy vagy két fonalról felakasztva lévén úgy függ, hogy középpontjaik egyenes, és fekkentes vonalban létezzenek.

a) Ha ezen  $a, b, c, d, e, f$ , (116. rajz) rugalmas, és egyenlő nagyságú golyók' sorozatának egyik szélsője  $a$  fölemeltetvén elbocsáttatik, az ütközés megtörténtével a másik szélső  $f$  azonnal fölemelkedik, többi közbenlevők pedig nyugvásban maradnak; mert ezen esetben a tömegek egyenlők lévén  $a$  golyó sebességét  $b$  golyó nyugvásával kicseréli,  $b$  golyó ismét nyert sebességét  $c$  golyó nyugvásával felváltja, és így tovább (359. V), míg végre az utolsó  $f$  golyónak nyert sebességével fölemelkednie kell. Ezen tünetemény oka a (VII) képletből is kivezethető.



b) Ha az említett golyók sorozatának egyik végén  $a$  és  $b$  golyók emeltetnek fel, azok leeresztése után a sor' másik végén is kettő fog fölemelkedni, t. i.  $b$  ütéseire  $f$ ,  $a$  ütéseire pedig  $e$ .

c) Ha a két szélső golyók  $a$  és  $f$  fölemeltetvén egyszerre bocsáttatnak le, azoknak mindegyike ellenkező irányban visszalöketik, mert az ütközés alatt a nyugvóan maradt golyók közbenlétük által sebességeiket egymással kicserélik (359, IV).

d) Ha a golyó sor egyik végén egy, másik végén két golyó egyszerre bocsáttatik le, azon végén, hol egy bocsáttatott le, kettő; hol pedig kettő bocsáttatott le, egy fog fölemelkedni, a már említett okoknál fogva.

e) Végre ha a golyók nem volnának egyenlő nagyságúak, hanem  $a$ -tól kezdve mindegyik felényivel kisebb, és a fölemelt  $a$  golyó  $C$  sebességgel ütköznék  $b$ -be, akkor az ötödik ütöttnek,  $f$  golyónak sebessége (VII) képlet

$$\text{szerint lenne: } = \frac{2^5 C}{\left(1 + \frac{1}{2}\right)^5} = \frac{2^5 C}{\left(\frac{3}{2}\right)^5} = \frac{32 \cdot C}{\frac{243}{32}} = \frac{32 \cdot 32 \cdot C}{243} = \frac{1024 \cdot C}{243} =$$

4,213...  $C$ ; azaz:  $f$  golyó fölemelkedési sebessége több mint négyszer akkora lesz az  $a$  golyó' leesési sebességénél. Ugyanezen módon kiszámíthatni azon sebességet is, mellyel a 100 rugalmas golyókból álló sorozatnak utolsója ellöketik, ha a sor' elejétől kezdve az utolsóig minden következőnek tömege felényi volna az előbbinek tömegénél, és az első 1 lábnyi sebességgel ütköznék a többi nyugvó golyók' sorába; mert (VII) képlet szerint lenne a keresett

$$\text{sebesség} = \frac{2^{99}}{\left(1 + \frac{1}{2}\right)^{99}} = \frac{2^{99}}{\left(\frac{3}{2}\right)^{99}} = 99 \text{ Log } 2 - 99 (\text{Log } 3 - \text{Log } 2), \text{ kiszá-}$$

mitva = 2338460000000 láb, vagy 97435875 mértföld.

III. Jegyzék. (VII)-dik képlethen jelentett ütközési törvényből *Precht*l után \*) értelmezzük azon szembeszökő tűneményt is, mely a *Jessop* angol mérnök által feltalált szikla-szétvettetési módban előfordul. Ő szerinte tudniillik a szétvetendő sziklában elegendő mélységű lyuk furatik, s annak alsó üregébe töltött löpor vékony papírcső által a lyuk szájáig közlekedésbe hozatik, azután az üreg száraz, és agyag részekből megtisztított homokkal betöltetik. Ha már most a homokból kiálló papírcső által a löpor fellobbantatik, a sziklát előbb szétrepeszti, mint a lyukba töltött homokot kítaszíthatná. Ezen csudálatra méltó tűneménynak oka abban rejlik, hogy a száraz homok egyes szemecskéi az üveggel nagy hasonlatossággal bírván rugalmas testek gyanánt tekintendők; a löpor' meggyulásakor tehát a homoknak csak legfelsőbb rétege löketik ki a lyukból, többi pedig meggyőzhetlen ellenállással benne nyugvásban marad; mi alatt a szikla, összefüggő részeinek legcsekélyebb mozdítására is szétreped. Ezen megfejtés' helyességét azon körülmény is igazolja, hogy ha homok helyett hamu, fűrészpör, vagy föld használtatik, a szikla' szétvettetése nem sikerül. (Lásd *Handbuch der Naturlehre von Muncke*, 1. Theil. 63. lap). Ugyanezen okból érthetni, miért vettetnek szét a puskacsők is, ha a puhanos fojtás helyett homok, vagy hó töltetik beléjük.

\*) Gilb. Annal. XXIII. kötet, 249. lap.

### Példák:

- 1) Ha az ütő | ütött testben
- $$\begin{array}{l|l} M = 4 & m = 6 \\ C = 10 & c = 0, \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{lesz: } C' = -2 \\ c' = 8 \end{array} \right.$$
- 2) Ha az ütő | ütött testben
- $$\begin{array}{l|l} M = 8 & m = 8 \\ C = 10 & c = 0 \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{lesz: } C' = 0 \\ c' = 10 \end{array} \right.$$
- 3) Ha az ütő | ütött testben
- $$\begin{array}{l|l} M = 8 & m = 12 \\ C = 10 & c = 5 \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{lesz: } C' = 4 \\ c' = 9 \end{array} \right.$$
- 4) Ha az ütő | ütött testben
- $$\begin{array}{l|l} M = 8 & m = 20 \\ C = 10 & c = -4 \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{lesz: } C' = -10 \\ c' = 4 \end{array} \right.$$
- 5) Ha az ütő | ütött testben
- $$\begin{array}{l|l} M = 2 & m = 3 \\ C = 10 & c = -5 \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{lesz: } C' = -8 \\ c' = 7 \end{array} \right.$$

## II. Czikk.

### A testek' ferde ütközéséről.

361) Midőn a test (117. rajz) egy mozdulatlan *MN* lap felé akkép hajtatik, hogy *BA* iránya a lap' menetével hegyes szöglete

117. rajz.



képezzen, abba ferdén ütközn mondatik. Azon pont (*A*) melyben a lapot érinti, *beesési pont* abból a lapra merőlegesen húzott *AD* vonal *beesési merőleges* az ütköző test ütközés előtt irányát mutató *BA* vonal *beesési irány*; az ütközés utáni irányát jelentő pedig *visszahajtás irány*; a beesési merőleges és beesés-irány által képzett *BAD* szöglet *beesési szög*; az beesési merőleges és visszahajtás-irány által képzett szöglet pedig *visszahajtási szög* nevet visel.

362) Az ütköző testeknek *ferde ütközés utáni irányuk*, és *sebességük*. Ezeknek könnyebb meghatározhatása végett, három

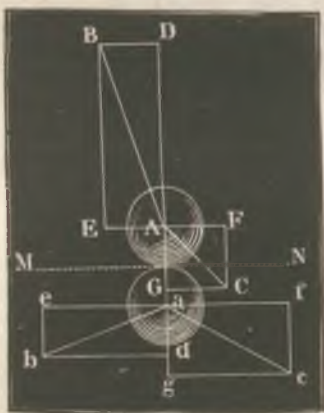




osztván tehát  $BA$  sebességet  $BE = DA$ , és  $BD = EA$  melléksebes-  
ségek, látnivaló, hogy  $EA$  sebesség  $MN$  lapra semmi ütközést  
sem gyakorol, s azért továbbá is  $A$  test részére fönmarad, és lesz:  
 $AF = EA$ ;  $DA$  sebesség pedig, minthogy  $MN$ -re merőleges, egész  
nagyságával  $A$  és  $a$  testek közt egyenes ütközést okoz. Ha egysze-  
rűség végett feltesszük, hogy  $A = a$ ,  $BA$  sebesség ezen egyenlő  
tömegek közt egyenlően feloszlik (354. V), és így  $a$  testnek ütkö-  
zés utáni sebessége lesz  $ag = \frac{1}{2} DA$ ;  $A$ -nak pedig marad  $AG = \frac{1}{2} DA$ ;  
de mivel  $A$ -nak még  $AF$  sebessége vagyon, ütközés után  $AF$  és  $AG$   
sebességekből eredő  $AC$  sebességgel, és iránynyal haladand.

bb) Ha  $A$  és  $a$  (lásd 118. rajz) rugalmas, és egyenlő tömegű  
testek, akkor  $A$  egész  $DA$  sebességét  $a$  test' nyugvásával kicseréli,  
honnét ütközés után  $ad = AD$  sebességgel menend,  $A$  pedig a fön-  
maradott  $AF = EA$  sebességet használndja.

c) Ha  $A$  és  $a$  (119. rajz) rugalmatlan, és egyenlő tömegű  
testek  $BA$  és  $ba$  sebességekkel hajtattván összeütköznek, az érintési  
119. rajz.



ponton gondolt  $MN$  lapra néz-  
ve véghezvitt felbontás szerint  
egyenközű sebességeik  $BD =$   
 $EA$  és  $bd = ea$ ; mellyek, mi-  
vel az ütközéshez nem járulnak,  
azután is változatlanok marad-  
nak, és így az ütközés után  
 $MN$  lappal egyenközös sebes-  
ségeik lesznek:  $AF = EA$ , és  
 $af = ea$ . Ugyanezen testeknek  
 $MN$  lapra merőlegesen ható  
sebességeik  $BE = DA$  és  $be =$   
 $da$ ; minthogy ezek a fölvelt  
egyenlő, és rugalmatlan töme-

gek közt egyenes ütközést eszközölnek, azoknak ütközés utáni  
közös, és  $MN$  lapra merőleges sebességük leszen:  $\frac{DA - da}{2}$  (354. III).

Ezen kitétel' értékét  $A$  tömegre  $AG$ ,  $a$  tömegre  $ag$  vonal képében  
alkalmazván, világos, miként  $A$  tömeg ütközés után  $AF$  és  $AG$  se-  
bességekkel,  $a$  tömeg szintén  $af$  és  $ag$  sebességekkel bir; az első  
tehát  $AC$ , emez pedig  $ac$  irányú, és nagyságú sebességgel menend.

Ha pedig  $DA = da$ , akkor  $\frac{DA - da}{2} = 0$ , tehát ezen esetben  $A$  test ütközés után csak  $AF$  sebességgel, valamint  $a$  test is csak  $af$  sebességgel haladand.

cc) Végre ha  $BA$  és  $ba$  (120. rajz) sebességekkel ferdén összeütköz  $A$  és  $a$  testek rugalmasak, és egyenlő tömegűek, a már többször említett sebesség-felbontás által kitűnik, hogy  $A$  és  $a$  testek ütközés utáni  $MN$  lappal egyenközös sebességük illetőleg  $EA = AF$  és  $ea = af$ ; ugyanazon lapra merőleges sebességük pedig  $BE = DA$ , és  $be = da$ . Ugy de az egyenlő tömegű  $A$  és  $a$  testek ezen sebességeket ütközés alatt egymással kicserélik (359, IV); tehát  $A$  test ütközés után  $AF$  és  $da = AG$  sebességekből származott  $AC$  sebességgel,  $a$  pedig  $af$  és  $DA = ag$  sebességekből eredett  $ac$  sebességgel folytatandja útját.



363) *Ferde ütközés által az ütköző testek haladási mozgáson kívül forgó mozgásba is hozatnak.* Ennek bebizonyítása végett jelentsé  $AB$  (121. rajz) egy ütött gömb' azon szelvényét, melynek

121. rajz.



sikjában a gömb középpontja  $C$ , és a ferde ütés  $DA$  iránya fekszik,  $DA$  erő' hatása semmit sem változand, ha  $B$  pontra alkalmaztatni képzeljük  $EB$  és  $FB$  erőket, melyeknek mindegyike  $\frac{DA}{2}$ -val egyenlő, és

egyenközü,  $DA$  erőt pedig  $DG$  és  $GA$  egyenlő részekre felosztva gondoljuk; de ekkor már a testre négy erő hat; ezek közül  $DG$  és  $FB$  a  $HC$  eredőt nemzik, mely a gömb' haladását eszközli;  $GA$  és  $EB$  erők pedig azt forgásba hozzák (220). Ugyan e módon

bizonyíthatni be, hogy a ferde ütközés által az ütő test is forgásba jő.

*Jegyzék.* Mind az egyenes, mind a ferde ütközésnek eddig kifejtett törvényei teljes szigorúsággal csak azon feltétel alatt állanak, ha ütköző tömegeknek ütközés előtt semmi forgásuk nincs; különben az ütközés utáni forgásuk' iránya, és sebességük egyes esetekben némelly változásokat szenved. Így például ha a tekeasztalon egyik golyó másik nyugvó golyóra egyenesen hajtatik, ütközés után az ütőnek nyugodni, ütöttnek pedig az ütő' egész sebességével tovább haladni kellene; azonban haladnak mind a ketten; mert az ütő golyó alsó részén a tekeasztal' posztójától ellenállást szenvedvén, már az ütközés előtt forgásba jő, melyet a nyugvó golyóba ütközése után is folytat, és így tovább gördül. Az ügyes tekézők tudják ugyan ezen tovább gördülését az ütő golyónak az által akadályozni, hogy azt valamicskével a középponton alól hirtelen lökik meg; ekkép t. i. az említett forgási mozgást rövid időre gátolják. Azonban ha az ütő golyó középpontján jóval alantabb löketik meg, annak felső része a lökés' irányával ellenkező forgásba hozatik, és így az eszközlött ütközés után ismét nem nyugszik, hanem az ütött golyótól visszagurul. — Az ütő golyónak tengelye körüli forgása befoly a visszahajtási szög' nagyságába is; mert ha a golyónak felső része a lökés' irányában mozog, az a tekeasztal' párkányától a beesési szögletnél kisebb, ellenkező esetben pedig nagyobb visszahajtási szöglet alatt veretik vissza, valamint ezt pontos számítással is megmutathatni; de erről már lásd *Kayser's Handbuch der Mechanik* 324. lap.

### III. FEJEZET.

#### A mozgás' akadályairól.

364) Az előbbi fejezetekben előterjesztett mozgási törvények tapasztalás által teljes mértékben csak akkor igazoltathatnak, midőn az eddig tárgyalt mozgásokat okozó erőkn kívül a mozgó testre semmi egyéb erő nem hat; mi azonban gyakorlatban igen ritkán történhet. Mert földünk' felületén üres tér nem létezvén, a megindított testek mindig valamelly *közegben*, ugymint: légben, vízben, ste. mozognak, némellyek mozgásuk közben, csak mások' felületén csuszva, vagy gurulva haladhatnak; mások végre mozgásukat a mozditó erőtől henger vagy karikára tekerődő kötél által kapják. Első esetben a test' haladását a *közeg' ellenállása*, másodikban a *szorítás*, harmadikban a *kötél' merevénységéből eredett ellenállás* akadályozzák.

## I. Czikk.

### Közeg' ellenállásáról.

365) Midőn a test közegben mozog, tovább nem haladhat, míg az utjában létező közegrészeket mint áthatlanokat félre nem tolja; de ekkor a közegrészekkel bizonyos sebességet közöl; és így a közegben haladó testnek sebessége mindaddig kisebbedik, míg mozgása nyugvásba által nem megy, ha csak valamelly folytonosan működő erő a sebesség' veszteségét nem pótolja. A mozgó test' sebességének illy módú kisebbítésében áll a közeg' ellenállása, mellynek nagysága többféle körülményektől függ. Ilyenek:

a) *A közeg' tömöltsege*; mert mennyiszer tömöttebb a közeg, annyszor több tömegrészeket kell a mozgó testnek félretolni. Ennekokáért a víz nagyobb ellenállást okoz a légnél.

b) *A közeg' összetartása*; mert midőn ez érezhető, a test nemcsak az utjában létező részeket, hanem az ezekkel összefüggőket is mozgásba hozni kénytelen. E körülmény miatt nagyobb ellenállás vagyon az olajban mint a vízben.

c) *A mozgó testnek közegbe ütköző felülete*; minél nagyobb ez, annál nagyobb leend a helyéből kiszorított közegnek is tömege. Innét van, hogy egy kardot könnyebb élével, mint lapjával vízben mozdítani; hajót hosszában könnyebb mint széltében folyó ellen huzni; kiki tudja, milly nehéz tárt esernyővel szél ellen menni.

d) *A mozgó test' sebességének négyzete*. Ugyanis: ha a test' sebessége két akkora, bizonyos idő alatt nemcsak két annyi közegrészecskét mozdit el utjából, hanem mindannyiakkal két akkora sebességet is közöl; és így bizonyos idő alatt két tekintetben kétszer akkora sebességet veszít, mint veszítendne, ha csak egyszerű sebességgel haladna. Ebből értjük: miért törhetik el egy aczélkard, ha lapjával sebesen a víz' színére csapunk; miért nehéz sebes szél ellen menni, holott csendes légnél ellenállását menés közben észre sem vesszük; vagy miért szökik vissza a víz' színére rézsut hagyított kő, avagy ágyuból kilőtt golyó akkép, mintha szilárd lapba ütközött volna. — Ha a mozgó test' sebessége nagyobb, mintsem hogy az utjában létező közeg' részei észrevehető sűrűsödés nélkül kitérhessenek, és a mozgó test utáni tért betölthessék, akkor a



közeg' ellenállása nagyobb viszonyban nő, mint a mozgó test' sebességének négyzete. Ezen körülmény a levegőre nézve akkor áll elő, ha a mozgó test' sebessége körülbelül 800 lábnyi. (Lásd Baumgartner 1842, 251. lap).

e) Végre a test' mozgási iránya-, és felületétől képzett szöglet; minél hegyesebb ez, annál kisebb a közeg' ellenállása, mert a mozgó test' sebessége a közegbe ütköző ferde felületére nézve olly mellék-sebességekre oszlik, mellyeknek egyike a közegre hatás-talan. Innen van, hogy a hajók annál gyorsabban járhatnak, minél hegyesebb ék-alakkal birnak. Ezen oknál fogva a madaraknak, és halaknak testeiket is ék-formára alkotta a természet ura.

I. Jegyzék. A mondottakból már láthatni, hogy légben történendő testek' mozgásai az elméletileg kiszámítottaktól jóval is különböznek. Így a leeső test sebessége eleinte ugyan sebesedő, de minthogy a lég' ellenállása a növekedő sebességnek négyzetével egy viszonyban van, nem sokára akkorává lesz, hogy az eső test' mozgás-nagyságával egyensúlyt tarthat. Ennek megtörténtével a test' esésének sebesedése teljesen megszűnik, s azután a test csak az addig nyert sebességével egyenletesen esik. Egyes testek' esésében az egyenletes mozgás annál hamarabb előáll, minél kisebb a tömegük térfogataik' egyenlősége mellett. E szerint tehát bizonyos átmérőjű fagolyó a levegőben lassabban esik ugyanazon átmérőjű vasgolyónál; és 1 fontos, vaslemezből készült üres golyó lassabban esik 1 fontos tömör vasgolyónál; valamint különböző nagyságú vasgolyók közül is a kisebbek lassabban esnek; mert ezek tömegeikhez képest amazoknál nagyobb felülettel birnak, elannyira, hogy a leg-sűrűbb anyagokból készült, és levegőben szétszort finom por, abban sokáig lebegve maradhat, holott mindezen testek légüres térben egyenlő sebességgel esnének. — A lejtőn lecsuszó, vagy gördülő testek' mozgása annál inkább elüt az egyenletesen sebesedő mozgástól, mivel a lég ellenálláson kívül még surlódást is szenved. — Egy mozgásba hozott inga légüres térben sokkal tovább folytatná lengéseit. Különböző tömegű, de egyenlő sebességgel hagyított testek légüres térben szabályszerű hajtalekot leirván egyenlő távolságban ütköznének a föld' színébe, most azonban a kisebb tömegek, kisebb távolságra haladnak, és útköveknek görbülete a megfutandó hajtalektől annál inkább elüt, minél tovább folytatják útjokat stb.

II. Jegyzék. Ámbár sokszor kellemetlen akadály a közeg' ellenállása, például a kátyulos úton, mindazonáltal többször reánk nézve igen hasznos. Ennek köszönhetjük, hogy a vízen úszó hajót evedző használatával haladó mozgásba hozhatjuk. Ugyanis midőn *mn* (122. rajz) hajónak *c* pont körül mozgatható *ab* evedzőjét a hajóslégény *b* végénél vízbe merítvén *a*-nál *P* erővel *an* irányban nyomja, akkor az evedzőt olly merevénny vonal gyanánt lehet tekinteni, mellynek *b* pontjára is bizonyos *Q* erő, tudniillik a víz' ellenállása a jelentett nyíl irányában működik; ezen két egyenközü és egy tájék felé ható erőnek *c* pontra működő eredője lészen:  $P+Q$  (215), melly által mozdítottat-

nék a hajó, ha rája semmi egyéb erő

122. rajz.



nem működnék; de midőn a hajóslégény evedzőjének  $a$  pontját  $P$  erővel  $an$  irányban nyomja, egyszerűsmind lábaival a hajó' fenekére támaszkodván azt ugyanakkora  $P$  erővel ellenkező irányban tolja; a hajó' mozdítására működő erők' összege tehát lesz:  $P+Q-P=Q$ ; honnét látnivaló, hogy az evedzés által mozgásba hozott hajó csak a víznek az evedzőre ható ellenállása által hajtatik. A közeg' ellenállásának tulajdonítandó továbbá, hogy a folyó

vízek és szelek malmokat és hajókat hajtának. Ez utolsókat, ha a szél, vagy egyéb erő által mozgásba hozattak, csak a közeg' ellenállásának használatával kormányozhatjuk; elegendő terjedtségű kitért esernyővel (mellyet *szállernyőnek* nevezhetnénk) a legnagyobb magasságokról is sérülés nélkül leereszkeszhetünk. Lég' ellenhatása nélkül a legkisebb esőcseppek is mind állatokra mind növényekre igen kártékonyan hatnának; s. t. e.

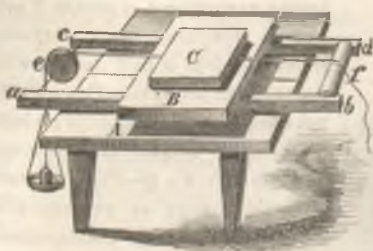
## II. Czikk.

### S u r l ó d á s r ó l.

366) A surlódás azon mozgási akadály, melly előáll, ha egyik test a másik fölületén halad. Ezt okozza a testek' fölületének göröncsössége, melly tökéletesen a legfinomabb simítás által sem távolítható, mert a testek' likacsossága miatt kisebb nagyobb göröncsösség mindig fönmarad. Minek következtében valamelly test' fölületén mozgó testnek szálkái, vagy domborodásai mozgás közben a másik test' völgyeibe merülnek, és a mozgás' folytatását mindaddig gátolják, míg a kiálló részek félre nem hajtának, el nem töretnek, vagy a másik test' domborodásain, mint ugyanannyi lejtőkön a völgyekből ki nem emeltetnek. Azon erő, melly ezen surlódási akadálynak meggyőzésére szükséges, méri a surlódás' nagyságát.

367) *Surlódás' nagysága.* Ennek meghatározásában *Coulomb* már a *Muschenbroek* által választott uton legpontosabban járt el. Ezen czélra élt ő egy *surlásmérővel*, melly áll *A* asztalból (123. rajz) s ennek fölületére párhuzamos irányban feszített olly hosszú *ab* és *cd*

123. rajz.



léczekből, hogy végeik az asztal' párkányán túl kiálljanak. A léczek' végei közt egyik felül egy, a tengelye körül igen mozgékony *e* csiga, másik felül pedig egy forgékony *f* henger látható. — Ezen készüllet használatakor a léczekre tétetik, azon anyagból készült *B*

lap, melly a reá helyezett *C* testnek mintegy padlóul szolgál. Végre *C* testre két zsineg köttetik, mellyeknek egyike *e* csigától tartatván mérleg-csészét visel, másika *f* hengeren feküdvén lelóg, s a végre szolgál, miként a csészében létező súly által előre vont *C* test, ismét visszahuzathassék. Ha már ezen készüllettel bizonyos anyagú *C* és *B* testeknek egymás közti surlódásuk volna meghatározandó, akkor az *e* csigáról lógó mérleg-csésze mindaddig terhelhetnék, míg *C* test, *B* padlón csúszni kezdene, azután a csésze, és belerakott nyomatékok' súlyát *C* test' súlyával elosztván, előáll egy tört szám, melly nem egyéb mint a *C* és *B* testek közt tapasztalt surlódásnak ugynevezett *velejárója*, s jelenti azon viszonyt, melly a surlódás' meggyőzésére szükséges erő, és a *C* test' sulya közt, vagy általánosban mondva a *C* testre ható nyomás közt létezik. Ezen uton *Coulomb*, a mint majd egy, majd külön anyagú *C* és *B* lapokat használt, s azokat majd szárazon, majd kenetlen kisebb, vagy nagyobb nyomás alatt különböző sebességekkel alkalmazta; akként egymástól nagyon elütő velejárókra talált. Így hársfa fölött szárazon mozgó hársfára = 0,4, megkenve = 0,097; vas fölött szárazon mozgó rézre = 0,17, megkenve = 0,091-nyi a surlási velejáró. Az egyenes lapok közt tapasztalt surlódás jóval is nagyobb annál, melly az agy, és tengely közt létezik; mert az ezek közt talált surlódás' velejárója csak  $\frac{1}{4}$  részét teszi ha kenetlen a tengely, és  $\frac{1}{16}$  részét ha kenett, a lapok közti surlódás' velejárójának. — Azonban a surlódás' nagyságának illy különbözősége mellett is nem sokat hibázunk, ha az egymás fölött mozgó, s középszerűen megcsiszolt kemény fának surlási velejáróját  $\frac{1}{3}$ -hez tesszük egyenlőnek. Ha a surlódó test' fontokban jelentett sulya az őt illető surlódási velejáróval szoroztatik, az eredett szorzat magát a surlódás' nagyságát szintén fontokban adandja.



368) *Surlódás' nagyságát növesztő körülmények.* *Coulomb*-féle surlásmérőn tett tapasztalatok szerint a surlódás annál nagyobb:

a) Minél nagyobb azon erő, melylyel egyik test a másik' felületéhez nyomatik.

b) Minél göröncösebb az egymást dörzsölő testek' felülete.

c) A puha és rostos felületű testeknél, például: bőrnél, posztónál, annál nagyobb a surlódás, minél nagyobbak az egymást érintő felületek. A kemény testeknél ellenben a surlódás' nagysága, a felületek' nagyságától független; mert minél nagyobb felülettel érintkeznek a kemény testek, annál kisebb erővel nyomatnak egyik' domborodásai, a másik' völgyeibe.

d) A sebesség egyenmű testeknél nem látszik nagyobbítani a surlódást; mert nagyobb sebesség esetében egyenlő idő alatt több göröncsök ütköznek ugyan össze; de az idő' rövideége miatt az érintkező test' üregeibe kevesebbé merülnek. A különmemű testek között ellenben, például: fák, és fémek közt, sebesség nöttével a surlódás is nő.

e) Az egyenmű testek közt többnyire nagyobb a surlódás, mint különmeműeknél. Így nagyobb surlódást szenved vas vas fölött, mint sárgaréz, vagy horgany fölött; mert az egyenmű testek' domborodásai és völgyei jobban összeillenek.

f) Fákban, és más rostos felületű anyagokban a surlódás' nagysága még a mozgás' irányától is függ. Így fenyőfa, fenyőfa fölött nagyobb surlódást szenved, midőn szálaik egyenközüek, mint midőn azok egymásra merőlegeseek.

g) Meleg a fémeknek, nedvesség a fának surlódását nevezetesen nagyítja; mert fémek meleg által, fák pedig nedvesség által észrevehetőleg kiterjednek, és így üregeiket kitarják.

h) A csuszó mozgásnál nagyobb a surlódás mint a forgónál; mert csuszó mozgásban a testek' göröncsei számtalanszor összeütkeznek, a forgóban pedig csak egymás' üregeibe merülnek, és vagy semmi, vagy igen csekély ütközéssel azokból ismét kimerülnek.

369) *Surlódás' nagyságát kisebbitő körülmények:*

a) A surlódást okozó nyomásnak, a mennyire többi körülmények engedik, a lehetőségig kisebbitése.

b) Az egymást dörzsölő felületek' simítása; mit azonban főkép a lapos felületeknél, egész a tükörsimaságig hajtani nem tanácsos,



mert akkor a beálló tapadás a surlódásnál is nagyobb mozgásakadályt okozhat.

c) Különnemű anyagok' czélszerű választása. Ezen ok miatt az órakereknek' aczéltengelyei sárgarézbe, vagy kövekbe, és gyémántokba furt ágyakban mozognak.

d) A csuszó mozgásnak forgó mozgássá változtatása; mi a dörzsölődő testek közé helyezett hengerek, csigák, vagy tekék által történik.

e) A surlódást szenvedő felületeknek helyesen választott szerekkeli kenése. Fémek közé olaj, fák és más rostos anyagú testek közé szappan, vagy rajzla, fa és fémek közé faggyú ajánlható; mert ezek által részint a kiálló szálkák letapadnak, és az üregek betöltetnek, részint a sikamlós, és mozgékony részek miatt, a csuszó mozgás forgóvá változtatik.

*Jegyzék.* A surlódásnak is megvannak az ő hasznai, sőt sokszor elkerülhetlenül szükséges. E nélkül fekmentes lapon a testeknek nem volna erős állásuk, a legkisebb lejtőségről pedig a testek önnehézségük által lecsuszának. Surlódás nélkül az egyenes helyen is bajos volna járnunk, hegyre menés pedig a lehetlenségek közé tartoznék. — Surlódás használatával ellenben még a függélyesen kifeszített kötélre is felkapaszkodhatunk, vagy hegyről kocsival is leereszkedhetünk, ha t. i. annak egy vagy két kerekét megkötvén csuszó mozgásba tesszük. Surlódásnak tulajdonítandó, hogy gabnából lisztet; gyapattól, kenderből fonalat, s ebből pedig szöveteket készíthetünk, és ruhákká varrathatjuk. Surlódás nélkül a testek kezeinkből kisikamlának, és legtöbb igen szükséges készületeink haszonvehetlenek lennének.

### III. Czikk.

A kötelek által okozott ellenállásról.

370) A kötelek nem lévén tökéletes hajlékonyak, természetes hogy azon esetben, midőn valamely kötélről függő test a kötélnek bizonyos henger körüli tekeredése által volna mozgásba hozandó, a henger' forgatására alkalmazott erőnek csak egy része eszközli a test' mozgását, másik része pedig a kötél' meghajtására működik; és ezen utóbbi erőrésznek nagysága, mértékeül szolgál a kötélnek merevénységéből eredő ellenállásnak.

371) *A kötelek' ellenállásának nagysága.* Ennek meghatározása végett, legyen *AB* (124. rajz) egy a *C* tengely körül könnyen

forogható hengernek háránt szelvénye. Ezen hengerre tekerődő

124. rajz.



kötélnek egyik végére alkalmaztassék  $P$  erő, mely a másik végétől lóggó  $Q$  terhet fölfelé huzza. Ezt fölvéve két erő van előtünk, melyeknek egyike, t. i.  $P$ , a  $C$  támaszponttól  $AC$  távolságban, másik  $Q$ ,  $BC$  távolságban működik. Ha a hengerre tekerődő kötélt tökéletes hajlékonysággal birna, volna  $AC = BC$ ; de minthogy azzal nem bir,  $B$  pontnál a henger' fölületétől valami kis  $x$  távolsággal elhajlik, és így léssen  $BC = AC + x$ . Már most ha feltesz-

szük, hogy ezen erők egymással egyensúlyban vannak, áll:  
 $P : Q = AC + x : AC$ ; vagy ha  $AC = R$ :

$$P : Q = R + x^2 : R, \text{ innen}$$

$$PR = Q(R + x) \quad \dots \quad \text{(I); tehát}$$

$$P > Q.$$

Azon erőmennyiség, melylyel  $P$  fölülmulja  $Q$  erőt, nem egyéb, mint a kötélt' merevénységéből származott ellenállás, nevezvén azt  $F$ -nek, lesz:  $P = Q + F$ , mely értéket az előbbi egyenletben helyettesítvén lesz:

$$(Q + F) R = Q(R + x), \text{ innen}$$

$$F = \frac{Qx}{R} \quad \dots \quad \text{(II).}$$

Minthogy  $x$  jelenti azon kis távolságot, melylyel a kötélt'  $B$  pontja a hengertől elhajlik, ez pedig *Coulomb* által tett kísérletek szerint uj kötelekben többi befolyó körülmények' egyenlősége mellett ugy va-  
 gyon, mint az összehasonlított kötelek' átmérőjének négyzete, két különböző  $D$  és  $D'$  átmérőjű kötelekre, melyeknek elhajlási távolságukat  $x$  és  $x'$  jelentsék, állni fog:  $x : x' = D^2 : D'^2$ ; innen

$$x = \left( \frac{x'}{D'^2} \right) D^2; \text{ de } \frac{x'}{D'^2} \text{ velejáró' értéke az említett kísérletek}$$

utján 0,2-től 0,5-ig, a kötélt' merevénységéhez képest változik, nevezvén őt  $n$ -nek, lesz:  $x = n \cdot D^2$ ; mit a (II) képletbe helyettesítvén, az uj kötelek' ellenállása léssen:

$$F = \frac{n \cdot D^2 Q}{R} \quad \dots \quad \text{(III).}$$

Ha a kötelek már használtak, s tehát már valamennyire hajlékonyak, akkor (III) képletben  $D^2$  helyett  $D_{\frac{1}{2}}$  vétetik. Azon esetben pedig midőn igen száraz, és kopott, vagy szalag-alakúvá szőtt köteleknek (Bander) avagy vékony zsinegeknek ellenállásáról van szó,  $D^2$  helyett csak  $D$  szokott tétetni. Különböztetendő még, hogy a kátránnal beeresztett kötelek' meredtsége úgy áll a kátránnélküliekéhez mint 7 : 6. A nedvesség, különösen pedig a hideg észrevehetőleg nagyítja a kötelek' meredtségét. (Lásd ezekről *Handbuch der fester Körper von Eytelwein*, 1832. I. kötet. 437—453 lap; és *Burg's Compendium der populaeren Mechanik* 1846, I. Rész 212 lap).

*Példa.* Ha a kötél, melynek átmérője  $D = 2''$  ujj, lehet  $n = 0, 5$ . Legyen  $Q = 500$   $\mathcal{R}$ , és  $R$  hozzája számítván a kötél' sugarát is  $= 10''$ ; tehát  $F = \frac{0,5 \cdot 4 \cdot 500}{10} = \frac{1000}{10} = 100$   $\mathcal{R}$ . Ha pedig a kötél már nagyon hajlékony,

tevé  $n = 0, 3$ , és  $D$ -t csak az első rangban használván, lesz :  $F = \frac{0,3 \cdot 2 \cdot 500}{10} = \frac{300}{10} = 30$   $\mathcal{R}$ .

## IV. FEJEZET.

Nyugvás vagy mozgás' létrehozására szolgáló eszközökről.

(*Eröműtan = Mechanica sensu stricto*).

372) A közélet' számtalan eseteiben tapasztaljuk, miként a hatalmunkban létező erők valamelly tömegnek közvetlen mozdítására, vagy nyugvó állapotbani tartására nem mindig elegendők, vagy ha nagyságukra nézve elegendők is, de természetüknél fogva a kellő sebességű, vagy pontosságú mozgást közvetlen nem eszközölhetik. Sokszor valamelly erő által létrehozott egyenletlen mozgást egyenletessé, egyenes irányút forgóvá, vagy lengővé, és megfordítva, változtatni a körülmények kívánják. Ezen, és más ilyféle esetekben azon segédeszközökhöz folyamodunk, melyeket eröműveknek nevezni szokás. Az *eröművek* tehát ilyféle készülétek, melyek' használatával bizonyos testben a nyugvási, és mozgási állapotot vagy könnyebben, vagy gyorsabban, vagy szabályosabban, vagy kényelmesebben eszközölhetni. Lehetnek *egyszerűek*, vagy

*összetettek.* Az egyszerűekhez e következők tartoznak: *emeltű, csiga, hengerkerék, lejtő, csavar, és ék.*

*Jegyzék.* Ezekből a körülményekhez képest a fürkésző, s találékony ész számnélküli változatosságú összetett erőműveket illeszthet össze. — Némelly természetvizsgálók az egyszerű erőművekhez számítják a *kötél-erőművet* vagy *könyök-emeltűt* is; de ennek természetét mi már 233—236 számok alatt tárgyaltuk.

373) Mindenerőműben két erőre kell figyelmeznünk. Egyik a mozdító erő *P*, melyet többnyire csak *erő*-nek nevezendünk; másik az ellenálló erő *Q*, és *teher* nevet visel. Mozdító erő gyanánt az állati erőn kívül a lelketlen testekben rejlő erők is, úgymint a testek' sulya, mozgásuk' nagysága, rugékonysága, és egyéb vonzó, vagy taszító törekvése, használatnak; teher pedig nemcsak valódi teherből, hanem a testek' összetartásából, közeg, surlódás, vagy kötelek' ellenszegüléséből is állhat. Minthogy minden lehetséges erő bizonyos nagyságú suly által képviseltethetik, az elméleti erőműtanban mind *P*, mind *Q*-nak nagyságát fontokba szokás kifejezni.

374) Az erő és teher minden erőműben egymás ellen törnek; midőn egyik a másikat le nem győzi, az erőmű sulyegyenlő állapotban van. De innét nem következtethetni, hogy maga az erő egyenlő a teherhez; mert ámbár igaz, hogy közvetlenül egymás ellen működő erők' hatásai csak akkor tarthatnak egymással egyensúlyt, mikor az erők is egyenlő nagyságúak, mindazonáltal erőmű közbejötté által igen is lehetséges, miként egy kis erő sokkal nagyobb erővel sulyegyenlőt tartson. Mi azonnal megszűnik különösnek látszani, mihelyt meggondoljuk, hogy minden erőműben legalább is egy támaszpont vagy támaszlap létezik, melly ellenállásánál fogva a reá alkalmazott tehernek bizonyos részét tartani képes, és így az erőmű által ható erő nem az egész teher, hanem csak az erőmű' támaszpontjától nem tartott teherrész ellen működik. Például: ha valamelly erőmű afféle szerkezetű, melly szerint a reá alkalmazott  $Q = 400 \text{ \AA}$  teherből  $300 \text{ \AA}$  az erőmű támaszpontja által tartassék, könnyű átlátni, hogy egyensúly állapotában az erőműre ható *P* erő csak a fennmaradott  $100 \text{ \AA}$  terhet tartandja, és ekképen  $400$  fontnyi *Q* teherrel erőmű által  $100$  fontnyi *P* erő tarthat egyensúlyt. — Ennélfogva az erőmű nem egyéb, mintegy segéderő, melly *P* és *Q* erők' hatásaival sulyegyenben áll. Azon viszony, melly bizonyos erőműben sulyegyenkor *P* és *Q* erők' nagyságai közt létezik, az



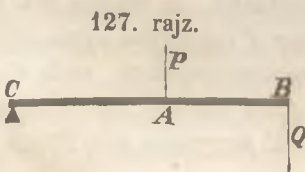
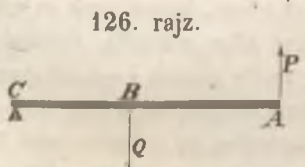
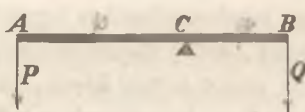
*erő és teher' nyugtani viszonyának* neveztetik. Miként az eröművek' hatásával kellően megismérkedhessünk, legelőször az egyszerű eröművekben keresendő lesz az erő, és teher közt létező nyugtani viszony; annak feltaláltaival azonnal kitűnik, mekkorának kell  $P$  erőnek lenni, hogy az eröműre ható  $Q$  teher ne csak nyugvás-ban tartassék, hanem mozgásba is tétessék; mert minél nagyobb lesz a mozdító erő annál, melyet az említett nyugtani viszony kívánna, annál sebesebb mozgásba hozatik az erömű, és a vele összekapcsolt teher.

375) Az erő és teher' nyugtani viszonyának könnyebb meghatározása végett, minden erömű úgy szokott tekintetni, mintha részei sulytalanok, surlódás nélküliek, és mind közeg, mind a talán rajta létező köteleknek ellenállásától mentek volnának, tehát mintha az eröművet mozdító erő csupán csak a teher' hatása ellen működ-nék. Minthogy azonban az említett mozgási akadályok vágy mind, vagy nagyobb részint minden eröműben szükségképen előkerülnek, az azokkali egyensúly-tartásra megkívántató erő különösen lesz meghatározandó.

## I. Czikk.

### E m e l t y ű r ű l.

376) Minden merevény egyenes vagy görbe rud, melynek valamely pontja támasz által ak-



kép van megerősítve, hogy többi részei a körül szabadon mozoghatók, *emeltyű* nevet visel. Emeltyűnek különpontjaira az erő, és teher úgy alkalmaztatnak, hogy azt ezeknek mindegyike a támaszpont körül megfordítani törekszik. Midőn a támaszpont az erő, és teher' megtámadási pontjai közt van, *kétkarú*, különben *egykarú* emeltyűnek mondatik. Mivel az egykarú emeltyű ismét kétféle,

a mint vagy a teher, vagy az erő van közelebb a támaszponthoz, azért három rendű emeltyűt lehet megkülönböztetni. *Első-rendű* emeltyűkhöz tartoznak a kétkarú emeltyűk, ezekben *C* támaszpont *P* erő és *Q* teher' támadáspontjai közt van (125. rajz); *másodrendű* emeltyűkben a teher van az erő, és támaszpont között (126. rajz); *harmadrendű* emeltyűkben pedig az erő van a teher, és támaszpont közt (127. rajz).

377) *Erő és teher' nyugtani viszonya az emeltyűben.* Ha az emeltyűt egy sulynélküli merevény, és egyenes vonal gyanánt tekintjük, akkor a reája ható erő, és teher' nyugtani viszonyát bármely rendű emeltyűben igen könnyű föltalálni. Mert az emeltyűben egyensúlyt tartó *P* erő és *Q* teher ollyféle erők gyanánt vétethetnek, melyeknek a mozdulatlanul összekötött támadási pontokra gyakorolt hatásaik egyensúlyban vannak. Ezen egyensúlyi állapotban mind *P* mind *Q* egész nyugtani nyomatékával törekszik az emeltyűt támaszpontja körül megfordítani; minthogy azonban egymás ellen gyakorolt törekvéseik sikertelenek maradnak, világos: hogy nyugtani nyomatékaik egyenlők; de bármely erő' nyugtani nyomatéka nem egyéb, mint az erőből és támaszponttól távolságából keletkezett szorzat; ha tehát *P* és *Q* erőknek támaszponttól távolságát, vagyis a támaszpontból mindegyik irányára bocsátott merőleget illetőleg *p* és *q* betűkkel általánosan jelentjük, áll e következő egyenlet:  $Pp = Qq$ , és ebből:

$$P : Q = q : p \quad . \quad . \quad . \quad (I);$$

azaz: minden rendű emeltyűnek egyensúlyi állapotában az erő és teher megfordított viszonyban vannak a támaszponttól távolságokkal; vagy ha mondani tetszik: a támaszpontból irányaikra bocsátott merőlegesekkel.

378) Az erő és teher közt imént föltalált nyugtani viszonyt az emeltyű' karjai által is ki lehet fejezni. Ugyanis midőn az erő és teher *AB* emeltyűre (125, 126, 127. rajzok) merőlegesen hat: akkor *C* támaszpontból *P* erőnek irányára bocsátott merőleges összeesik az emeltyűnek *AC* karával, *Q* erőnek irányára bocsátott merőleges pedig *BC* karral; áll tehát:

$$P : Q = BC : AC \quad . \quad . \quad (II);$$

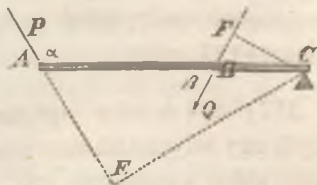
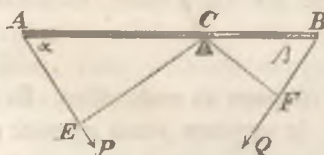
azaz: az emeltyűre merőlegesen ható és egymással egyensúlyban

létező erő és teher megfordított viszonyban állnak az emeltyűnek illető karaival.

Ha pedig  $P$  és  $Q$  erők (128. és 129. rajzok)  $AB$  emeltyűre ferdén hatnak: akkor  $P$  erő' irányára  $C$  támaszpontból bocsátott

128. rajz.

129. rajz.



merőleges leend  $CE$ ,  $Q$  irányára bocsátott pedig  $CF$ ; tehát az előbbi szám szerint állandó:  $P:Q = CF:CE$ .

Az erő' irányától, és emeltyű  $AC$  karától képzett szögletet  $\alpha$ -nak, a teher' irányától, és  $BC$  kartól képzett pedig  $\beta$ -nek nevezvén,  $ACE \triangle$ -ben áll:

$$CE:AC = \sin \alpha:1, \text{ és innen}$$

$$CE = AC \cdot \sin \alpha;$$

hasonlóképen a  $BCF \triangle$ -ben áll:  $CF:BC = \sin \beta:1$ ; honnét

$$CF = BC \cdot \sin \beta;$$

ezen értékeket kellően helyettesítvén, lesz:

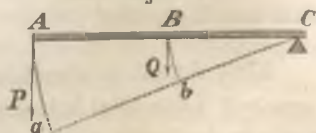
$$P:Q = BC \cdot \sin \beta:AC \cdot \sin \alpha \quad \dots \quad (III)$$

azaz: a ferdén ható és egymással egyensúlyt tartó erő, és teher minden rendű emeltyűben megfordított viszonyban áll a mind-egyikét illető karnak, és működési szöglet-keblének szorzatával.

379) Ha az  $A$  és  $B$  pontokra (130. és 131. rajz)  $P$ , és  $Q$  erőt, és terhet alkalmazva gondoljuk, és az emeltyűt  $C$  támaszpontja

130. rajz.

131. rajz.



körül mozgáshoz tétetni képzeljük, a különben egyensúlyt tartó erők bizonyos tért irnak le, nevezetesen mig  $P$ ,  $Aa$  tért, addig  $Q$   $Bb$  tért végez el. Minthogy  $ACa$  és  $BCb$  kördarabok hasonlóak, áll:

$$BC:AC = Bb:Aa, \text{ vagy}$$

nevezvén  $Aa$ -t  $S$ -nek,  $Bb$ -t pedig  $s$ -nek, lesz:

$$BC:AC = s:S; \text{ ugy de}$$

$P: Q = BC: AC$  (378; II.); tehát

$P: Q = s: S \dots (IV);$

azaz: *egyensúlyi állapotban az emeltyűre működő erő és teher megfordított viszonyban vannak az egy idő alatt megfutott térekkel.*

380) Az erő és tehernek nyugtani viszonyát a három előbbi szám alatt csak azon esetre határoztuk meg, midőn az emeltyű egyenes, és az erők közvetlenül rája hatnak; azonban áll a meghatározott viszony akkor is, ha az emeltyű görbe, és  $P$   $Q$  erők rája nem közvetlen, hanem például kötél által működnek. Mert legyen görbe emeltyű  $AmCnB$  (132. rajz); ebben  $AmC$  és  $BnC$  görbe karok ugyanazon szolgálatot teszik, melyet az egy irányban fekvő  $AC$  és  $BC$  karok tennének; mert  $A$ ,  $C$ , és  $B$  pontokat szintugy változtatlan összefüggésben tartják. Hasonlóképen azon nyugtani viszony, mely  $AC'B$  (133. rajz) egyenes emeltyűben áll, állni fog a szögletet képző  $ACB$  emeltyűben is; mert  $P$  és  $Q$  erők irányára a támaszpontból bocsátott merőlegesek nagyságukra nézve épen

132. rajz.

133. rajz.



nem változnak, akár  $C$ -ből, akár  $C'$ -ből huzassanak azok. De az sem tesz változást az erő, és teher közötti nyugtani viszonyban, ha azok az emeltyű' karjaira közvetve, például: zsinog, vagy kötél által működnek; mert a kötél mindig a működő erő irányában fekszik (233.), már pedig az erő' hatása mindig ugyanaz marad, irányának bármely pontjában működjék (198).

381) A feltalált erő, s teher közötti viszonyból következik:

a) Ha ezen arányban  $P: Q = q: p$  (377, II.)  $q$  és  $p$  egyenlők, lesz:  $P = Q$ ; ha pedig  $q < p$ , lesz:  $P < Q$ , és megfordítva; azaz: midőn a támaszponttéli merőleges távolságok egyenlők, akkor emeltyű által valamely teher' emelésében semmi erő-nyereség nincs; de ellenben a mennyivel kisebb  $Q$  tehernek támaszponttéli távolsága  $P$  erő támaszponttéli távolságánál, annnyival kisebb leend  $P$  erő  $Q$  tehernél, és megfordítva. Ennélfogva az elsőrendű emeltyűben  $P$  lehet kisebb vagy nagyobb  $Q$ -nál. A másod-rendűben  $P$

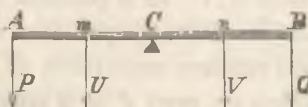


mindig kisebb  $Q$ -nál; a harmad-rendűben pedig  $P$  mindig nagyobb  $Q$ -nál.

b) Mivel  $P:Q = s:S$  (379), látni való, hogy a mennyivel  $P < Q$ -nál, annnyival kisebb lesz a tehertől megfutott  $s$  tér, a  $P$  erőtlől megfutott  $S$  térnél; és így az emeltyűnél, a mennyi nyereség vagyon az erőben, annyi veszteség a megteendő utban; tehát az időben is, vagy megfordítva: az idő-nyereség, mindig az erő-veszteséggel jár.

c) Minthogy az emeltyűben egyensúlyt tartó  $P$  és  $Q$  erőknek nyugtani nyomatókaik egyenlők (377), önként következik, hogy ha  $AB$  emeltyűben (134. rajz) kettőnél több erő tart egymással

134. rajz.



egyensúlyt, az erőkara alkalmazott  $P$  és  $U$  erők' együlthasításának, vagyis nyugtani nyomatókaik' összegének is egyenlőnek kell lenni a teher-karra

működő  $Q$  és  $V$  erők' egyesült hatásához, azaz nyugtani nyomatókaik' összegéhez; tehát a nevezett erőknek támaszponttéli távolságát kisebb betűkkel jelentvén, lesz  $Pp + Uu = Qq + Vv$ .

d) A nyugtani nyomatókok' egyenletéből bármellyik erő' nagyságát, vagy támaszponttéli távolságát könnyen kifejezhetni, ha a többi mennyiségek adatvák. Így ezen egyenletből:  $Pp = Qq$ , lesz:

$$P = \frac{Qq}{p}; \text{ és } Q = \frac{Pp}{q} \quad \dots \quad (\text{V}).$$

$$p = \frac{Qq}{P}; \text{ és } q = \frac{Pp}{Q} \quad \dots \quad (\text{VI}).$$

Sőt ha az emeltyű' hosszúságával csak a reá működő  $P$  és  $Q$  erők adatvák, mind a támaszpontot, mind a támaszpontra gyakorlott nyomást meghatározhatni; mert a  $Pp = Qq$  egyenletből következő (I) arányt emígy is lehet alakítani:

$$P + Q : Q = q + p : p;$$

de  $p + q$  nem egyéb mint az emeltyű' egész hosszúsága  $= L$ ,  $P + Q$  pedig az egész nyomást, melyet a támaszpont szenved, jelent; tehát ismét lesz:

$$P + Q : Q = L : p; \text{ innen}$$

$$p = \frac{Q.L}{P + Q} \quad \dots \quad (\text{VII}),$$

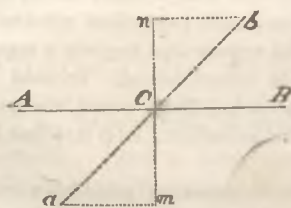


136. rajz.

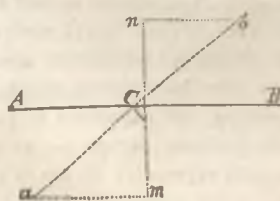


ólomgömbök, vagy babszemek mindaddig rakatnak, míg a mérleg' rudja víz-irányosan nem áll, ekkor a megméréndő testet csészéjéből kivevén, helyébe fontok, vagy a font' részeit jelentő sulymértékek tétetnek, míg a mérleg-  
rud ismét vízirányos állásba nem jő; a berakott ismert nagyságú nyomtatékok adandják a test' valódi súlyát. Hogy pedig a mérlegrud' vízirányos hely-  
zete könnyen észrevehető legyen, egyszerű, és alkalmas eszközül szolgál a mérlegrud közepéből merőlegesen kiálló  $n$  vessző, mely *nyelv* nevet visel, és az akaszpontról függő, és villát képző rudak között mozog; ha ezen nyelv a villa' oldalai között áll, vagy hegye a villa' felső részéből kiálló  $o$  hogygyel általellenés, akkor a mérlegrud vízirányos helyzetben van. De hogy a mér-  
legrud a csészékben létező terhek' egyenlőségekor vízirányos helyzetbe jöhes-  
sen, annak  $C$  támaszpontja sem a csészék' függéspontjaikat összekötő  $AB$  vo-  
nalban, sem azon alól, hanem valamicskével fölötte fekszik. — Az elsőnek  
belátásául jelentsen  $AB$  vonal (137. rajz) olly mérlegrudat, mellynek  $C$  tá-  
maszpontja  $A$  és  $B$  függesztési pontokkal egy vonalban van, ez az  $A$  és  $B$

137. rajz.



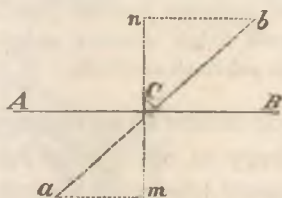
138. rajz.



csak akkor lesz  $P=Q$ -hoz, ha  $AC=BC$ . Bir-e valamely mérleg ezen szükséges tulajdonnal, onné láthatni, ha a mérleg' csészéjébe helyezett, és súlyegyenlő tartó terhek egymással fölcseréltetvén az előbbi egyensúly nem változik, különben a mérleg hamis. Azonban hamis mérleggel is lehet a testek' súlyát igazán meghatározni; t. i. a megméréndő test egyik csészébe tétetvén, a másikba akárminémű terhelmények, például: pontokból függő terhek' egyenlőségekor akármely  $ab$  helyzetben nyugva mara-  
dand; mert az egyenlő terheknek a tá-  
maszponttól  $am$ , és  $bn$  távolságaik is egyenlők; és így a terhek' egyenlőségét vízirányos állásával nem jelentendi. Ha pedig valamelyik tehernek a másik fölött bármely csekély tulsulya vagyon, akkor a mérlegrud függélyes helyzetbe fordul. — A második eset' belátásául jelentsen  $AB$  vonal (138. rajz) olly mérlegrudat, mellynek  $C$  támaszpontja  $AB$  vonalon alól fekszik; ez a terhek' egyenlőségekor teljes-  
séggel vízirányos helyzetben is nyugod-  
hatna ugyan, de ha abból valamely biz-  
czentés által  $ab$  helyzetbe hozatnék, többé vissza nem térne, hanem az egész mérleg-  
rud  $C$  pont körül megfordulna; mert ámbár egyenlők az  $A$  és  $B$  pontokból függő terhek,

de a lenyomott  $a$  pontnak támaszponttól  $am$  távolsága, aránylag nagyobb a fölemelt  $b$  pontnak  $bn$  távolságánál, és így a róla függő teher is nagyobb nyomatékú a  $b$  ponttól függő teher' nyomatékánál. Egészen másképp áll a dolog, ha  $AB$  mérlegrud' (139. rajz)  $C$  támaszpontja valamicskével  $AB$  vonalon fölül

139. rajz.

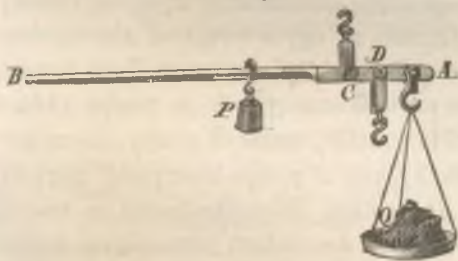


létezik; mert ebben, a mint  $A$  pont  $a$ -ba nyomatik, annak  $C$  ponttól  $am$  távolsága aránylag kisebb lesz a fölemelt  $b$  pontnak  $bn$  távolságánál; tehát ha egyenlők volnának is az  $a$  és  $b$  pontokból függő terhek,  $b$  pontból függő mégis nagyobb nyomatékkal bíránd, és így  $bc$  kart mindaddig lefelé késztetni, míg nem lesz  $am = bn$ , mi csak a mérlegrud' vízirányos helyzetében lehetséges. Ha pedig  $a$  pontból függő teher va-

lamivel nagyobb volna a  $b$  pontból függő tehernél, amaz csak addig fog sülyedni, míg emennek aránylag növekedő  $bn$  távolsága amannak tulsúlyát nem pótolandja. — Azonban nagyon káros volna  $C$  támaszpontot  $AB$  vonalon fölül kelleténél magosbra tenni; mert így a mérleg lustává vagyis érzéketlenné válnék. A mérleg' érzékenysége tekintetéből megjegyzésre méltó, hogy az annál nagyobb, minél hosszabb a mérleg' rudja, minél kisebbek a róla függő terhek, és magának a mérlegnek sulya, és még minél kevesebb  $C$  támaszpontnak  $AB$  vonalon fölüli emelkedése. Kíváncos, hogy a pontosabb mérésekre alkalmazandó mérleg a reá rakott tehernek legalább is  $\frac{1}{60000}$ -nyi részét még megérezze.

b) *Mázsa* nagyobb terheknek meghatározására használtatni szokott két egyentelen karral bíró emeltyű (140. rajz); mellynek rövidebb karjára a megméréndő  $Q$  teher, hosszabbikra pedig néhány fontnyi ide s tova mozdítható

140. rajz.



$P$  mértéksúly, vaskörte akasztatik. Hogy általa a mérés szabályosan történjék, a mérleg' tulajdonságairól mondotakon kívül szükséges, miszerint  $BC$  kara rovatokkal  $AC$ -hez egyenlő részekre felosztva legyen, és  $AC$  karra akkora sulyú serpenyő, kosár vagy egyéb suly függesztésék, melly a hosszabbik kar-

ral sulyegyet tartani képes. Ha illyféle mázsának serpenyőjére helyezett  $Q$  teherrel  $P$  körte egyensúlyt tart, például: a 10-dik rovaton, ezen aránynál fogva  $P:Q=1:10$ , lesz:  $Q=10P$ ; ha  $P=2\text{ä}$ , lesz:  $Q=10\cdot 2=20\text{ä}$ . Azonban a mázsák ekképen ritkábban szoktak készíttetni; közönségesen a hosszabbik kar rovatokai csak tapasztalati uton jegyeztetnek föl, t. i. felakasztván a rövidebb karra például 10 fontnyi terhet, az önkényes sulyú körte azon helyre mozdítatik, mellyben a felakasztott teherrel sulyegyet tart; ezt megjelelvén a

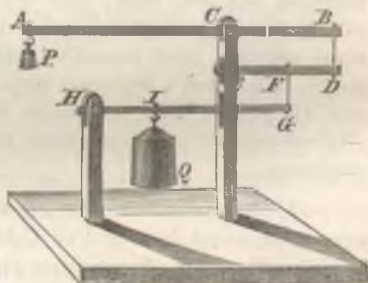
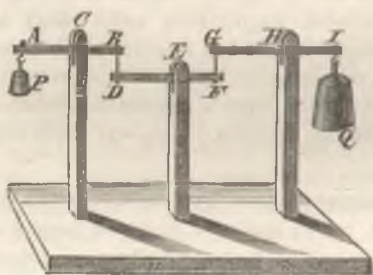


rövidebb karra ujonnan 10 fontnyi teher tétetik, a körte pedig tovább huzatik, míg az egyensúly ismét elő nem áll. Ha már most a körtének előbbi, és utóbbi állása közt létező tér például 20 egyenlő részre rovatoltatik, és a rovatolás a kar' végeig folytatattatik, az első vonal 10 fontot, második  $10 + \frac{1}{2}$ , harmadik 11, negyedik  $11 + \frac{1}{2}$  fontot és így tovább fog jelenteni. Illy féle mázsának többnyire két támaszpontja van, egyik  $D$  a teher' pontjához közelebb, másik  $C$  attól távolabb esik, ez a kisebb, az a nagyobb terhek' mérésére szolgál, s azért illyen mázsának egyik fele könnyű, másik nehéznek mondatik.

383) *Összetett emeltyű.* Némellykor czélszerű lehet több egyes emeltyüt egymással úgy összekötni, hogy az egyik szélső emeltyűre ható erő a másik szélsőre alkalmazott teher ellen a közöttük létező emeltyűk által működjék; illy módon létrehozott emeltyűrendszer *összetett emeltyű* nevet visel, és a 141, és 142. rajzokban látható. Ebben a  $P$  és  $Q$  közti nyugtani viszony' feltalálása vé-

141. rajz.

142. rajz.



gett előbb minden egyes emeltyűre működő erők' nyugtani viszonya léssen meghatározandó; azután az egyes nyugtani viszonyoknak összetétele által előáll az egész emeltyű-rendszert illető keresett viszony. Ugyanis midőn az első emeltyűnek  $A$  pontja (141 és 142. rajz)  $P$  erő által lefelé vonatik, annak  $B$  pontja, és az ezzel összekapcsolt második emeltyűnek  $D$  pontja bizonyos  $P'$  nagyságú erővel fölemeltetik; de  $D$  pontnak fölemelkedésével a második emeltyűnek  $F$  pontja, és az ezzel összekötött harmadik emeltyűnek  $G$  pontja 141 rajzban lefelé, 142-ben pedig fölfelé valamelly  $P''$  nagyságú erővel mozdíttatik, és így mind a két rajzban jelentett  $Q$  teher fölemeltetik. Ezen értelmezésnek előrebecsátása után áll:

$$P : P' = BC : AC = 1 : 2.$$

$$P' : P'' = FE : DE = 1 : 2.$$

$$P'' : Q = IH : GH = 1 : 3.$$

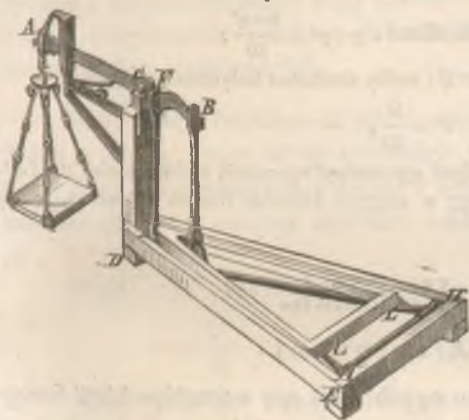
---


$$P : Q = BC.FE.IH : AC.DE.GH = 1 : 12 ;$$

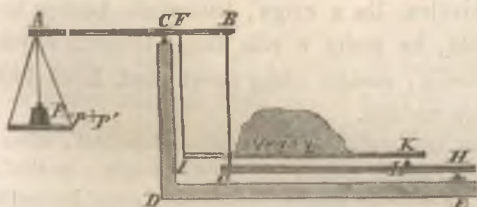
azaz: midőn az emeltyűkre működő erők merőleges irányban hatnak, úgy áll erő a teherhez, mint a teher-karok' szorozata az erő-karok' szorzatához.

Jegyzék. Összetett emeltyűnek példájául szolgálhat e helyen a tizedes mássa, melynek főrésztét látszólagos alakban, de padlózat nélkül 143-dik rajz ;

143. rajz.



144. rajz.



rajzban egyáguaknak látszanak, azonban valódiilag  $G$  és  $I$  pontoktól kezdve kétáguak, és a megméréndő ládák vagy egyéb terhek' elfogadhatása végett fahoritékkal ellátvák, mely a mérleg' hidját képezi. Ha már ezen hidra valamely  $Q$  test tétetik, miután az üres mérleg egyensúlyba hozatott, nyilvános, hogy annak egyik része  $= q$ ,  $F$  pontra, másik része  $= q'$ ,  $L$  pontra nehézkedik. Az  $A$  pontból függő csészébe helyezett és  $Q$  teherrel egyensúlyt tartó  $P$  nyomtatékot illetőleg szintén  $p$  és  $p'$  részekből állani gondolván lesz :

$$p : q = CF : AC, \text{ avagy}$$

$$p : q = 1 : 10 \quad . \quad . \quad . \quad (')$$

$$\text{mert } CF : AC = \frac{BC}{5} : AC = \frac{AC}{2.5} : AC = AC : 10. AC = 1 : 10.$$

$GH$  emeltyűnek  $G$  pontját tartó erőt nevezvén  $p''$ -nek, áll :

$$p'' : q' = LH : GH = 1 : 5 ; \text{ és}$$

$$p' : p'' = BC : AC = 1 : 2$$

ezen két utolsó arányt összevén, lesz :

függélyes hoszmetszetben pedig 144-dik rajz tünteti elő.

$AB$  (144. rajz) egy kétkarú emeltyű, mely a mérleg  $CDE$  alapjára helyezett  $C$  aczél élre támaszkodik, s akkép van

fölosztva, hogy  $CB = \frac{AC}{2}$ , és

$$CF = \frac{BC}{5}. \text{ Ennek } B \text{ pontja}$$

$BG$  vasrud által  $GH$  egykarú emeltyűvel vagy mozgékonyan összekötve,  $GH$  emeltyű' végső  $H$  pontja pedig az alaphól kiálló aczél élen nyugszik. Hasonlókép  $F$  pont  $GH$  emeltyűnek  $L$  pontjára támaszkodik  $IK$  emeltyűvel  $FI$  vasrud által mozgékonyan közösül.  $L$  pont  $H$ -tól olly távolra esik, hogy legyen  $HL = \frac{GH}{5}$ .  $GH$  és  $IK$  emeltyűk e

rajzban egyáguaknak látsza-

$$p' : q' = 1 : 10 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\beta)$$

( $\alpha$ ) és ( $\beta$ ) arányokból  $p$  és  $p'$  értékét keresvén, leszén :

$$p = \frac{p}{10}, \text{ és}$$

$$p' = \frac{q'}{10};$$

czen egyenleteket összeadván, álland :  $p + p' = \frac{q + q'}{10};$

ugy de  $p + p' = P$ , és  $q + q' = Q$ ; melly értékeket helyettesítvén, lesz :

$$P = \frac{Q}{10};$$

azaz : *a tizedes mázsán a súlyal egyensúlyzó nyomtaték előbbinek csak tized részét teszi*; s innét van, hogy a tárgyalt készüllet tizedes mázsának, vagy mérlegnek nevezetik.

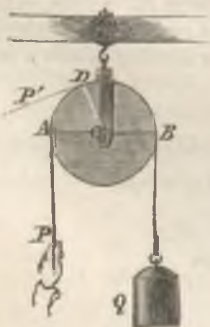
## II. Czikk.

### A csigáról.

384) *A csiga nem egyéb mint egy a tengelye körül forogható körény, mellynek körülete a reá alkalmazandó kötél végett válú-alakúlag vagyon kivájva. Ha a csiga, használata közben helyét nem változtatja : álló, ha pedig a róla függő teherrel együtt vagy száll, vagy emelkedik, mozgó csiga nevet visel. Elsőt 145. rajz, másodikat 146. rajz mutatja.*

*Jegyzék.* Gyakorlatban czélszerűbb a csigákat akkép készíteni, miszerint ne a csiga tengelye körül, hanem tengelyével együtt forogjon; ez által a csiga' forgása szabályosabb, a surlódás kisebb leszén, és a csiga' közepe ki nem kopik.

385) *Álló csigában az erő, és teher közti nyugtani viszony.*  
145. rajz.



Hasson az álló csigára alkalmazott kötélnek egyik végére  $Q$  teher (145. rajz), másakra  $P$  erő; ezen erők által megtámadott pontok lesznek  $B$  és  $A$ , mellyekben a kötél a csiga' kerületét érinteni kezdi. Ha e támadási pontokat a csiga' középpontjával  $AC$ , és  $BC$  vonalok által összekötjük, előttünk áll az  $ACB$  elsőrendű emeltyű, tehát súlyegyen esetében áll:

$$P : Q = BC : AC = 1 : 1.$$

Hasonlóképen ha  $P'$  erő kötele a csiga' kerületét  $D$ -be érintené, lenne :

$$P: Q = BC: DC = 1: 1; \text{ tehát}$$

$$P = Q \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I);$$

szóval: az álló csigában bármely irányuak is a kötelek, az erő és teher egyenlők.

Az álló csiga által tehát sem erő, sem idő-nyereség nem eszközölthetik; mindazáltal mégis nagy hasznú erőmű; mert általa az erők irányát kényelmesbé tehetjük, és a különben elkerülhetlen surlódást szerfölött kisebbíthetjük.

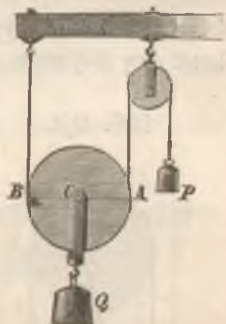
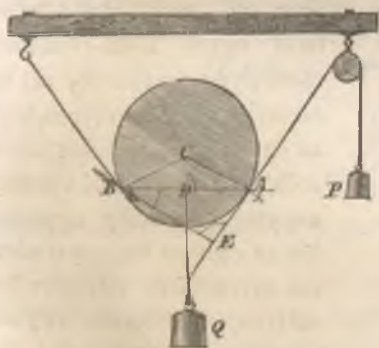
386) *Mozgó csigában az erő és teher közti nyugtani viszony.* Midőn a mozgó csiga körül tekerődő kötélzárok egyenközüek (146. rajz), az  $A$  pontot megtámadó  $P$  erő  $C$  pontból függő  $Q$  erőre másodrendű  $ACB$  emeltyű által hat; tehát 146. rajz.  
áll:

$$P: Q = BC: AB = 1: 2; \text{ innen}$$

$$P = \frac{Q}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (II);$$

azaz: mozgó csigában súlyegyenkor, ha a kötélzárok egyenközüek, az erő fél teherhez egyenlő.

387) Máskép áll a dolog, ha a kötelek ferde irányuak (147. rajz); mert ekkor  $P$  erő  $Q$  teherre  $ADB$  másodrendű emeltyű 147. rajz.



által hat, melyben meghosszabbítván a  $P$  erő irányát, és  $B$  pontból reá  $BE$  merőlegest bocsátván, áll:

$$P: Q = BD: BE;$$

továbbá huzván  $AC$  és  $BC$  sugarakat, lesz:  $ACD \triangle = BCD \triangle$ , de  $ACD \triangle \sim ABE \triangle$ , (mivel  $CA \parallel BE$  miatt  $CAD \angle = ABE \angle$ , és  $CDA \angle = AED \angle$  ép szögletek) tehát  $BCD \triangle \sim ABE \triangle$ , melyekből áll:  $BD: BE = BC: AB$ ;

ebből, és az előbbi arányból lesz:  $P: Q = BC: AB \quad . \quad . \quad . \quad (III);$

azaz: általánosan mozgó csigában az erő úgy van a teherhez, mint a csiga' sugara a kötélről érintett ív hurjához.



*Jegyzék.* Ennélfogva: a) ha a kötélről érintett ív csak egy pont, annak hurja = 0, és így lesz: :

$$P : Q = r : 0, \text{ azaz: } P = \frac{Qr}{0} = \infty \quad (235).$$

b) Ha a kötélről érintett ív =  $30^\circ$ , annak hurja egyenlő  $r$ -hez, vagyis sugarhoz, és így áll:

$$P : Q = r : r; \text{ azaz: } P = Q.$$

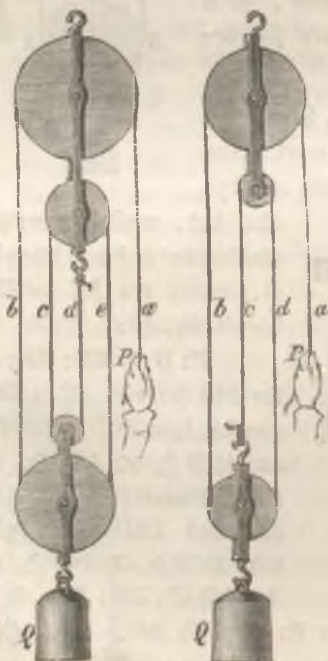
c) Ha a kötélről fűdött ív =  $180^\circ$ , annak hurja =  $2r$ ; tehát  $P : Q = r : 2r$ ; honnét  $P = \frac{Q}{2}$ , mint a (II) képletben.

d) Végre midőn a kötélről betakart ív =  $360^\circ$ , annak hurja = 0, tehát ismét  $P = \infty$  (235).

388) Nagyobb terhek' emelésére az álló, és mozgó csigákból gyakran vagy egy, vagy annyi kötél-darabok által, a mennyi mozgó csiga alkalmaztatik, az ugynevezett *csigasor* szokott alakítani. Az első rendű csigasort, melyben a csigák körül tekerődző kötél egy folytonos darabból áll, 148, és 149. rajzokban láthatni.

148. rajz.

149. rajz.



Másik rendűeket pedig, melyekben annyi darab kötél használtatik, a mennyi mozgó csiga vagyon bennök, 150 és 151. rajzok mutatják. Mindezen csigasorokban az erő, és teher közti nyugtani viszony' feltárlatása végett, legczélszerűbb csak azt tekinteni, mekkora azon erő, mely által a terhet tartó egyes kötél-részeknek mindegyike feszítettik; ezt kiszemelvén, önként világos, hogy az egyes kötél-részeket feszítő erők' összege egyenlő a  $Q$  teher nagyságával; mely egyenletből az említett viszony is azonnal kivezethető. Ezt előre bocsátván, és föltevén egyszer mindenkorra a tehertartó kötelek' egyenközűségét, vizsgáljuk az idézett rajzokban előtüntetett csigasorokat.

a) 148. rajzban  $a$  kötélrész  $P$  erőtlől akkora feszülést szenved, mely  $= P$ -hez (233, a); de ezen feszülés a csigák mozgékonyasága miatt a többi kötélrészekkel is közöltetik, és így  $b, c, d, e$  kötélrészeknek is mindegyike  $P$  erővel feszül; minthogy pedig  $b, c, d, e$ , kötélrészeknek feszülése  $= 4P$  tartja  $Q$  terhet, minden kétség nélkül

$$4P = Q, \text{ és } P = \frac{Q}{4}, \text{ vagy általánosan a terhet tartó kötélrészek'}$$

számát jelentvén  $N$ -nel, lesz:  $NP = Q$ , és  $P = \frac{Q}{N}$ ; honnét

$$P : Q = 1 : N, \quad . \quad . \quad . \quad (IV);$$

szóval: az egy kötelű csigasorban az erő úgy van a teherhez, mint 1 a terhet tartó kötelek' számához.

b) 149. rajzban  $b, d, c$ , terhet tartó kötélrészek az előbbi pont alatt előhozott oknál fogva egyenként épen akkora feszülést állnak ki, a millyent  $a$  kötélrész szenved, t. i. magához a  $P$  erőhez

$$\text{egyenlőt; tehát lesz: } 3P = Q, \text{ és } P = \frac{Q}{3}, \text{ vagy általánosan } NP = Q,$$

$$\text{és } P = \frac{Q}{N}; \text{ miből ismét a (IV) arány foly.}$$

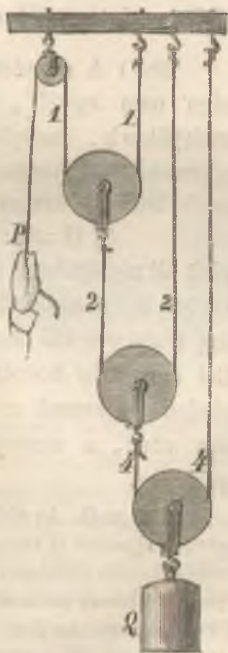
c) 150. rajzban képzett másodrendű csigasornak legfelsőbb csigája körüli kötélrészek feszülnek egyegy  $P$ -vel, tehát mind ketten együtt  $2P$ -vel; ezen feszülés közöl-tetik a második mozgó csigának kötélré-szeivel, minekokáért ennek mind a két kö-tele együtt feszül  $4P$ -vel; és ugyanazon okból a harmadik mozgó csigának kötelei együtt  $8P$ -nyi feszülést szenvednek; de ezen  $8P$ -nyi feszülés  $Q$  terhet egyensúlyban

$$\text{tartja; következésképen } 8P = Q, \text{ és } P = \frac{Q}{8},$$

de  $8P = 2^3P = Q$ ; tehát a terhet tartó kö-télrészek' számát, mely ezen csigasorban kettő,  $N$ -nel, az egyes kötéldarabok' szá-mát pedig, mely itt három,  $n$ -nel jelentvén,

$$\text{általánosan lesz: } N^n P = Q, \text{ és } P = \frac{Q}{N^n};$$

150. rajz.



honnét  $P: Q = 1: N_n \dots \dots \dots (V);$

azaz: több kötél-darabbal alakított csigasorban az erő úgy van a teherhez, mint 1 a terhet tartó kötélrészek' számának azon hatványához, mellynek kitevőjét a kötéldarabok' száma teszi.

d) 151. rajzban a csigasor' legfelsőbb mozgó csigájára alkalmazott kötélrészeknek mindegyike feszül egy

151. rajz.

$P$ -vel, tehát mind a három együtt  $3P$ -vel, ezen feszülés közöltetik a második mozgó csigának mindegyik kötélrészével, mellyeknek feszülési összege  $= 9P$ -hez; ez ismét a harmadik mozgó csigára ható kötélrészek' mindegyikével közösítettik; tehát ezeknek feszülési összege  $= 27P$ ; s mivel ezen utolsó feszülési összeg  $Q$  teherrel egyensúlyban áll,

lesz:  $27P=Q$ , és  $P=\frac{Q}{27}$ ; de  $27P=3^3P=Q$ ,

és így általánosan  $N_nP = Q$ , és  $P = \frac{Q}{N_n}$ ,

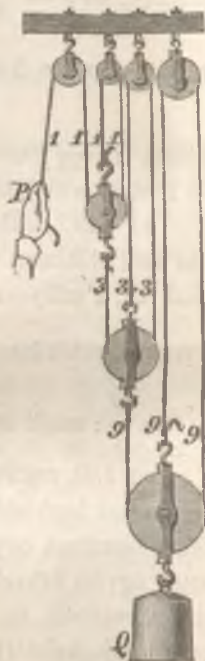
miből megint az (V) arány foly.

389) A mondottakból kitűnik, hogy a csiga nem egyéb, mint olly rendszere az emeltyűknek, mellyben a működő emeltyűk egymást folytonosan fölváltják; úgy de az emeltyűnél áll ezen arány:

$P: Q = s: S$  (379, IV),

tehát áll a csigában, és mindenféle csigarendszerben is; azaz minden csiganemű erőműben annál kisebb a teher által bizonyos idő alatt megfutott tér, minél nagyobb az erőmű által mozgásba hozott  $Q$  teher,  $P$  erőnél; vagy más szavakkal: minden csiganemű erőműben, a mozgási akadályokat tekintetbe nem véve, a mennyi az erőbeni nyereség, annyi az időbeni veszteség.

I. Jegyzék. Az első és másodrendű csigasorokon kívül, még másféle szerkezetű csigasorok is vannak, de azokat mint ritkább használatuakat tárgyalni annál is inkább fölösleges volna, mivel mindnyájukban az erő, és teher közti nyugtani viszony az imént kimutatott uton könnyen feltalálható. (Lásd ezekről *Rüst Mechanik der fester Körper*, Berlin 1841, 134—141. lapon; és *Jamieson Mechanik*, Wien 1841. Dritte Abtheilung, 117—192).



*II. Jegyzék.* Ha a mozgó csigáról, és csigasorokról fölállított egyenleteket, és nyugtani viszonyokat igen mozgékony csigákkal (mint illik) kívánjuk kísérletek által pontosan előtűntetni, akkor a mozgó csigák' súlyát is teher gyanánt kell tekintenünk.

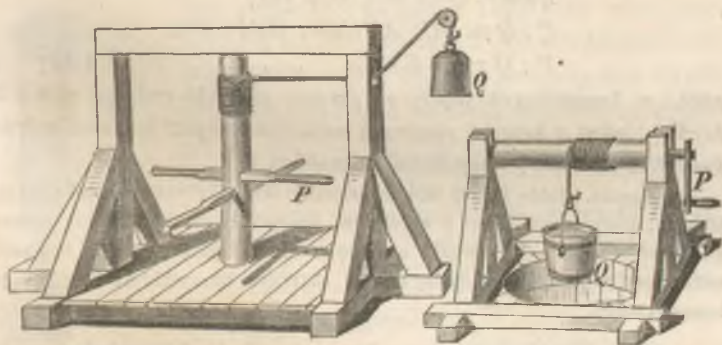
### III. Cikk.

#### Henger - kerék ről.

390) *A henger-kerék* neve alatt értetik oly henger, mely tengelye körül vagy a vele összekötött kerék, vagy rajta keresztülbocsátott küllők, vagy a végére alkalmazott forgattyú által forgatható. Ha ezen henger' felületéről lefüggő kötélre valamely  $Q$  teher akasztatik, látni való, hogy annak a forgatott hengerre tekerődző kötélt által fölemeltetnie kell. A hengerkerék' lényege épen nem változik, bármely irányú helyzetben legyen is annak hengere; ha helyzete függélyes: *bálvány*, ha fekvő, *gerendély* nevet visel. Elsőt 152. rajz, másodikat 153. rajz mutatja.

152. rajz.

153. rajz.



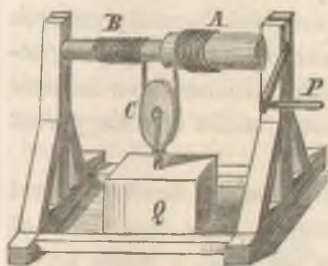
391) *Az erő és teher' nyugtani viszonya henger-kerékben.* A keréknek, és tehernek változhatlan összekötése miatt a terhet a kerék' síkjába gondolatlan bizvást általtehetjük. Ezen esetre  $ADEF$  (154. rajz) a kerék' körületét,  $C$  pont a kerék' és henger' közös tengelyét,  $BC$  a henger' sugarát,  $AC$ ,  $DC$ ,  $EC$ ,  $FC$  a küllők' hosszúságát,  $B$  pedig a  $Q$  tehernek támadási pontját háránt metszvényben jelentendi. Ha feltesszük, hogy  $P$  erő a kerék' körületének  $A$  pontjára érintő irányában, vagy mi egyre megy,  $AC$  küllőre merőlege-





a) Legegyszerűbben, ha egy tengelyre két különböző sugarú  $A$  és  $B$  hengerek (155. rajz) ugy alkalmaztatnak, hogy midőn

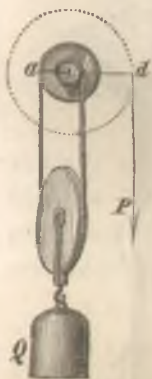
155. rajz.



$A$ -ra a terhet tartó kötélnek egyik része föltekerekedik, ugyanakkor a kötélnék másik része  $B$ -ről letekkerődjék, maga pedig a  $Q$  teher a kötélről  $C$  mozgó csiga által függjön. Két hengerkerékből, és egy mozgó csigából e módóni összetett erőmű *ellenes hengerkerék*-nek mondathatik; mert midőn  $P$  erő  $D$  forgattyú által  $A$  és  $B$  hengereket mozgásba hozza, előbbi

által a teher fölemeltetik, utóbbi által pedig leeresztetik; de mégis mivel  $A$ -ra ugyanazon idő alatt több kötélnék tekeredik föl, mint  $B$ -ről le,  $Q$  tehernek emelkednie kell. Miként ezen nevezetes erőműben a működő erők' nyugtani viszonya kitünjék, jelentessék annak hátránt szelvénye 156. rajzban, hol  $a$  és  $b$ ,  $A$  és  $B$  hengereknek azon

156. rajz.



pontjait jelentik, mellyekben az illető kötélnék-résztől érintetnek,  $c$  pont a hengerek' közös tengelyét,  $cd$  pedig a forgattyú' vagy küllő' azon hosszúságát mutatja, mellyre  $P$  erő merőlegesen működik. Mint önként világlik, az egész nem egyéb, mint  $aod$  első rendű emeltyű, mellynek  $ac$  karjára  $\frac{Q}{2}$ ,  $od$  karjára pedig ismét  $\frac{Q}{2}$ , és  $P$  erők hatnak.

Minthogy az emeltyűnek egyik karjára ható erőknek összes nyugtani nyomatéka egyenlő a másik karra ható erő, vagy erők' nyugtani nyomatéka-hoz, áll ezen egyenlet:

$$P \cdot cd + \frac{Q}{2} \cdot cb = \frac{Q}{2} \cdot ac, \text{ honnét}$$

$$P \cdot cd = \frac{Q}{2} (ac - cb), \text{ vagy}$$

$$P \cdot cd = Q \left( \frac{ac - cb}{2} \right), \text{ innen}$$

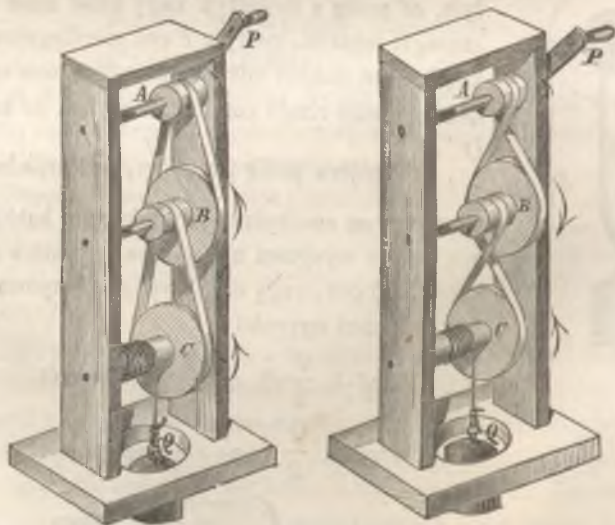
$$P : Q = \frac{ac - cb}{2} : cd \quad \dots \quad (III)$$

azaz: *ellenes hengerkerékben az erő úgy van a teherhez, mint a hengerek' sugarainak félkülönzéke, a forgattyú' vagy küllő' hosszához.* Miből kitetszik, hogy nem a hengerek' általános vastagsága, hanem csak azoknak különzéke jó tekintetbe, s ennél fogva a föl-emelendő teher' nagyságához képest a hengerek bármely vastagok készíttethetnek, különük pedig az eszközrendő erőnyereség tekintetéből tetszés szerint kisebbíttethetők. Azonban ezen hathatós erőmű czélszerűen csak akkor használható, midőn igen nagy teher nem nagy magasságra emelendő.

*b)* A hengerkerekek egy erőművé, mely *kerékmű* nevet visel, egyesíthetők, vagy végnélküli kötelek, vagy fogas kerekek által. Első módon t. i. az egyik kerék' körülete, a másik kerék' hengerével, ennek körülete ismét a következő kerék' hengerével olly kötél, zsinog, vagy szij által, mellynek két vége egyesülve van, közösülésbe hozatik; ha kívántatik, hogy minden következő hengerkerék az előbbivel egy irányban forogjon, az összekötés akkép történik, mint 157. rajz mutatja; ellenben pedig úgy, mint 158. rajzban láthatni. Ezen összekötési mód igen ajánlható: mert azon-

157. rajz.

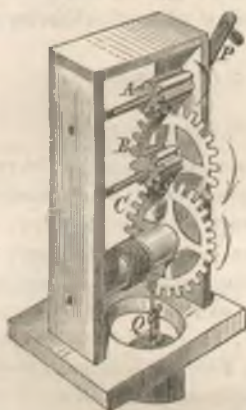
158. rajz.



kivül, hogy jutányosb, távolabbra eső hengerkerekek' egyesítésére is alkalmazható, és általa zörgés, és zötyögés nélküli mozgás eszközölhető; azonban mivel a kerék' mozgását csak a kötél' surlódása

által létesíti, csak kisebb terhek' mozgására czélszerű. — Nagyobb ellenállások' legyőzésére, a hengerkerekek czélszerűen készített fogas kerekek által kapcsoltatnak össze, melyek vagy *csillagkerék* vagy *fésűkerék*, vagy *kupkerék* neve alatt jönnek, a mint fogaik vagy a kerék' síkjában feküsznek, vagy azzal merő, avagy ferde szöget képeznek; az összevágó kerekeknek kisebbike pedig, melynek fogai a tengelyével egyenközü irányú kivájások által készítették, vagy ugyanazon irányú rudakból állanak, *korong* nevet visel. A kerekmű' egyes hengerkerekeinek tengelye közönségesen egy na-

159. rajz.



gyobb fogas kerekkel, és egy koronggal láttatik el, és akkép állítatnak össze, miszerint az egyik hengerkerék' korongjába a másik hengerkerék' fogas kereke kapaszkodjék, mint ezt a 159. rajz szem elébe tünteti. Ha illy kerekműnek egyik szélső kereke valamelly erő által mozgásba hozatik, látni való, hogy az egész kerékrendszer mozgásba jő. — Képzeljük már most a 157. 158. 159. rajzok által jelentett kerekművekben *A* korong' forgattyújára *P* erőt, *C* kerék' hengerére pedig *Q* terhet alkalmazva.

Midőn *P* erő, *A* korongot mozgásba hozza, ez *B* kerék' fogaira bizonyos *P'* erővel hat, és emennek korongja szintén *C* kerék' fogaira kapaszkodván, azokra *P''* erővel működik; minekokáért az (I) arány értelmében súlyegyenkor

$$A \text{ kerékben áll: } P : P' = r : R'$$

$$B \text{ kerékben „ } P' : P'' = r' : R'$$

$$C \text{ kerékben „ } P'' : Q = r'' : R''$$

$$\text{Mindannyiban: } P : Q = r \cdot r' \cdot r'' : R \cdot R' \cdot R'' \quad (IV);$$

azaz: *kerékműben az erő úgy van a teherhez, mint a korongok' sugarainak szorozata a kerekék' sugarainak szorozatához.*

Ha  $r = r' = r''$ , és  $R = R' = R''$ , lesz:

$$P : Q = r^3 : R^3, \text{ vagy } n \text{ hengerkerekek' számát jelentvén:}$$

$$P : Q = r^n : R^n; \text{ ha } r^n = 1, \text{ lesz:}$$

$$P : Q = 1 : R^n \quad (V);$$



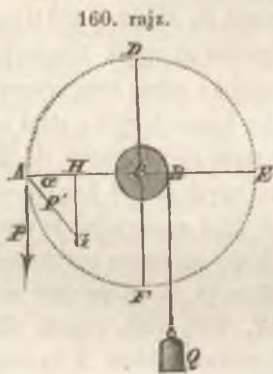
azaz : úgy vagyon az erő a teherhez , mint 1 a fogas kerekék' közös nagyságú sugarának azon hatványához , mellynek kitevőjét a kerekék' száma jelenti.

I. Jegyzék. Minthogy a hengerkerék szintugy , valamint a csiga' nem egyéb , mint folytonos emeltyű , ennél fogva a 389. szám alatt mondottak' nyomán a hengerkerékben , és kerékművekben is , nem tekintvén az előforduló mozgási akadályokat , annyi az időbeni veszteség , mennyi az erőbeni nyereség.

II. Jegyzék. Ha a hengerkerékben a surlódás is tekintetbe vétetik , akkor  $P$  erőt úgy kell néznünk , mint két részből állót , mellyeknek egyike  $P' Q$  teher ellen , másika  $P''$  a surlódás ellen működik. Képezze a szóban lévő hengerkerekét a 160. rajz , mellynek  $AC$  küllője  $= R$  , hengersugara  $BC = r$  , a tengely' sugara pedig  $= r'$ . Ha ezen erőművet surlódás nélkül tekintjük , (I) arány szerint lesz :

$$P' : Q = r : R , \text{ innét}$$

$$P' = \frac{Qr}{R} \dots (\alpha).$$



De minthogy a surlódás is tekintetbe veendő , az pedig származik azon nyomásból , mellyet a hengerkeréknek  $G$  súlya , és a hengerkerékre működő  $P$  és  $Q$  erők annak tengelyére gyakorolnak , lesz tehát a tengelyen okozott surlódás' nagysága  $f(G+P+Q)$  , ha  $f$  a surlódás' velejáróját jelenti (367). Ezen surlódás' meggyőzésére

szükséges  $P''$  erőt ismét az (I) arány szerint feltalálhatni ; mert áll :

$$P'' : f(G+P+Q) = r' : R , \text{ honnét :}$$

$$P'' = \frac{f(G+P+Q)r'}{R} \dots (\beta).$$

Az  $(\alpha)$  és  $(\beta)$  alatti értékeket összeadván az egész erő , melly mind  $Q$  teherrel , mind surlódással egyensúlyt tart , leszén :  $P = P' + P'' = \frac{Qr}{R} + \frac{f(G+P+Q)r'}{R}$ .

Ha  $Q = 800 \text{ \textit{Z}}$  ,  $R = 48''$  ,  $r = 6''$  , akkor  $P' = 100 \text{ \textit{Z}}$  , továbbá  $G = 300 \text{ \textit{Z}}$  ,  $f = \frac{1}{3}$  ,  $r' = 1,5''$  , számokban lesz:

$$P = \frac{800 \cdot 6}{48} + \frac{1}{3} \frac{(300+100+800) 1,5}{48} = 112,5 \text{ \textit{Z}}.$$

III. Jegyzék. A hengerkerekek' használata közéletben igen gyakori ; az ürlő malmok , fűrész malmok , zúzómalmok , óraművek , gőzösök , szekerek , és szekéremeltyűk , esztergályozó , köszörülő , fonó-gépek , önmozgonyok és más efféle készülétek' főbb , vagy legalább több alkatrészeit hengerkerekek teszik. Az említett erőművek közül némeltyek emberek , és marhák' erejével mozgattatnak ; mások víz , vagy szél ütközésével , lég , vagy gőz' rugékonyságával ; néhányak , például az órák , a reájuk ható acélrugonyok' feszülésé-

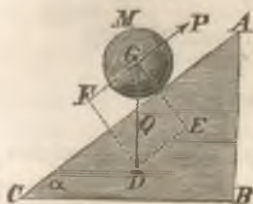
vel, vagy czélszerűen alkalmazott suly' nehézkedésével hozatnak és tartatnak mozgásban.

## IV. Czikk.

### Lejtőről, mint erőmről.

394) A lejtőt illető, és 316 számban foglalt előismeretek' ismétlését e helyen mellőzván, arról csak azon tekintetben szólunk, a mennyiben az egyszerű erőművek' egyikének szerepét viseli. — Legyen  $M$  test  $ACB$  (161. rajz) lejtőre helyezve, annak  $G$ -ben

161. rajz.



őzpontosítva képzelt sulya  $GD$  függélyes irányban  $AC$  lejtőre ferdén hat, minekokáért a lejtő' lapjára nézve  $GE$  merőleges, és  $GF$  egyenközű mellék-erőkre felbontható;  $GE$  a lejtőt nyomja, és annak ellenszegülése által egyensulyban tartatik,  $GF$  pedig a testet lejtő mentében lefelé menni kényszeríti. Ha már ezen test' legördülése vagy lecsu-

szása valamelly  $P$  erő által gátoltatnék, látnivaló, hogy az nem az egész  $Q$  sulyt, melyet  $GD$  vonal képvisel, hanem annak csak  $GF$  vonal által jelentett részét fogná tartani. De ezen rész kisebb vagy nagyobb lehet, a mint  $P$  erőnek iránya vagy a lejtővel, vagy annak alapjával egyenközű, vagy egyikkel sem az.

395) Ha  $P$  erő a lejtő' lapjával egyenközű, mint a 161. rajz mutatja, akkor egyensulyi állapotban  $P$  erőnek épen akkorának kell lenni, a mekkora a  $GF$  vonal által képviselt sulyrész (226, b); áll tehát e következő arány:

$$P: Q = GF: GD; \text{ s mivel } GDF \triangle \sim ABC \triangle \\ GF: GD = AB: AC; \text{ tehát}$$

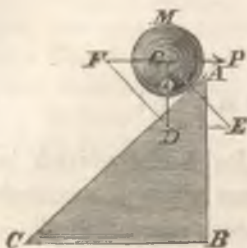
$$P: Q = AB: AC, \text{ vagy háromszögtnilag}$$

$$P: Q = \frac{AB}{AC}: 1 = \sin \alpha: 1;$$

azaz: a lejtővel egyenközű erő ugy viszonylik a sulyhoz, mint a lejtő' magassága annak hosszához; vagy mint a hajtás-szög' kebele az egynek vett sugárhoz.

396) Ha az  $M$  test' súlypontjára alkalmazott  $P$  erő a lejtő' alapjával egyenközös irányú (162. rajz), akkor  $M$  testnek  $GD$  vonal által jelentett  $Q$  súlyját olly két mellékerőre bontani föl, melyeknek egyike  $GE$  a lejtőre merőleges, s azért a testben semmi mozgást nem okozhat, másik  $GF$  a lejtő' alapjával egyenközű. Minthogy ezen esetben is  $P$  erőnek csak a vele ellenirányú  $GF$  erővel kell egyenlőnek lenni, áll:

162. rajz.



$$P : Q = GF : GD; \text{ s mivel } FGD \triangle \simeq ABC \triangle, \\ GF : GD = AB : BC; \text{ tehát}$$

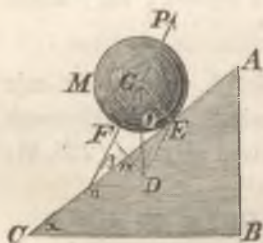
$$P : Q = AB : BC; \text{ vagy háromszögtanilag}$$

$$P : Q = \frac{AB}{AC} : \frac{BC}{AC} = \sin \alpha : \cos \alpha;$$

azaz: a lejtő' alapjával egyenközű erő úgy viszonylik a súlyhoz, mint a lejtő' magassága annak alapjához, vagy mint a hajlási szöglet' keble annak pótkébléhez.

397) Végre midőn  $M$  test' egyensúlybani tartására fordított  $P$  erő a lejtőnek sem hosszával, sem alapjával nem egyenközös irányú (163. rajz),  $GD$  erőt olly mellékerőkre lehet fölbontani, melyek közül egyik  $GE$  a lejtőre merőleges, s azért általa megsemmisíttetik, másik  $GF$  az alkalmazott  $P$  erővel ellenirányú. Mivel ezen  $GF$  erőt ellenkező irányú  $P$  erőnek kell egyensúlyban tartania, ezt amaz nagyságra nézve képviselheti; lesz tehát:

163. rajz.



$$P : Q = GF : GD; \text{ de}$$

$$GF : GD = \sin GDF : \sin GFD; \text{ tehát}$$

$$P : Q = \sin GDF : \sin GFD;$$

ugy de  $GDF \angle = ACB \angle$ , mert száraik egymásra merőlegesek, tehát  $\sin GDF$  is  $= \sin \alpha$ ; továbbá:  $\sin GFD = \sin DFn$  (mert  $GFD$  és  $DFn$  mellékszögek),  $\sin DFn$  pedig  $= \cos Fnm$  (mert  $DFn$  és  $Fnm$

pótszögek);  $Fnm$  szöget nevezvén  $\beta$ -nak, lesz:  $\sin DFn = \cos \beta$ ; a nyert értékeket az arányban illetőleg helyettesítvén, lesz:

$$P: Q = \sin \alpha : \cos \beta.$$

azaz: ezen esetben úgy vagy on a lejtőn létező testet tartó erő azon test' súlyához, mint a hajlási szöglet' kebele, azon szöglet' pótkébléhez, melyet az erő' irányja a lejtő' hosszával képez.

I. Jegyzék. Ezen tantétel értelme szerint:

a) Annál kisebb lesz  $Q$  teherrel bizonyos lejtőn egyensúlyt tartó  $P$  erő, minél nagyobb  $\cos \beta$ ,  $\sin \alpha$ -nál; ha tehát  $\cos \beta = 1$ -hez, lesz  $P$  erő legkisebb; de akkor  $\beta = 0$ , azaz  $P$  a lejtővel egyenközös irányú; tehát legnagyobb erőnyereség eszközöltetik bizonyos magasságú lejtőn, ha  $P$  erő a lejtő' irányába működik.

b) Ellenben bizonyos lejtőn működő  $P$  erő annál nagyobb lesz  $Q$  teherhez képest, minél kisebb  $\cos \beta$ ; ha  $\beta = 90^\circ$ , avagy  $P$  erő a lejtő' hosszára nézve ép szöglet alatt működik, lesz  $\cos \beta = 0$ ; és az előbbi arány ebbe megy által:

$$P: Q = \sin \alpha : 0, \text{ honnét } P = \frac{Q \sin \alpha}{0} = \infty; \text{ azaz: a lejtő' hosszára merőleges}$$

irányban működő  $P$  erőnek  $Q$  súlynál végtelenül nagyobboknak kell lenni, különben vele a lejtőn egyensúlyt nem tarthat.

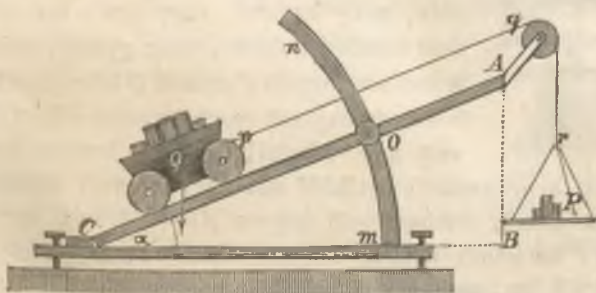
c) Ha  $\beta = 0$ , lesz  $\cos \beta = 1$ , és az előbbi arány a 395-dik szám alattiba megy által; azaz: akkor  $P$  erő a lejtővel egyenközű.

d) Ha  $\beta = \alpha$ , lesz  $\cos \beta = \cos \alpha$ , és az előbbi arány a 396. szám alattit adandja; azaz: ezen esetben  $P$  erő a lejtő' alapjával egyenközű. A szóban forgó tantétel tehát minden lehetséges eseteket magában foglal, és így teljes általánossággal bír.

II. Jegyzék. A szerint a mint  $P$  és  $Q$  erők összehasonlítottak, úgy ezekkel, ha körülmények kívánják,  $GE$  vonal által képviselt erő is, mely nem egyéb, mint a lejtőre ható merőleges nyomás, viszonyba tétethetik, és nagyságára nézve mindenestre meghatározathatik.

III. Jegyzék. A lejtő' természetéből elméletileg kivezetett tantételeket kísérleti úton is bebizonyíthatni. E célra igen alkalmas a 164-dik rajzban

164. rajz.



ábrázolt készülék, melyben  $AC'$  a lejtő' lapot,  $CB$  a lejtő' alapját,  $AB$  magos-



ságát,  $ACB = \alpha$  szög pedig a hajlási szögletet jelenti. Miután  $AC$  lejtő valamely  $\alpha$  hajlási szöglet alatt, melynek nagyságát  $mn$  körívről leolvashatni, a csavar által megerősített, rajza a rajzban látható, és súlyával  $Q$  erőt képviselő kis kocsi tételik; ha azután a kocsihoz kötött  $pqr$  zsinég' végére akkora  $P$  súly akasztatik, mekkora a lejtőre helyezett kocsit egyensúlyban tartani képes, kitünend: miszerint  $P$ -nek  $Q$ -hozi viszonya akként különbözö leend, a mint a  $P$  erőtlől feszített  $pq$  zsinég' iránya vagy a lejtő' lapjával, vagy annak alapjával egyenközü, és mindegyik esetben tökéletesen megegyez az elméleti úton nyert illető viszonyнал.

## V. Czikk.

### A csavarról.

398) A csavar nem egyéb, mint egy a felületén egyenlő mélységű, és egyenközüen körültekerödzö barázdákkal, és ezek közti domborodásokkal, egy szóval: *csavarmenetek*-kel ellátott henger; lehet *tömör*, vagy *üres*; használatban mind a kettőnek együtt kell lenni, és akkép összeillesztve, hogy a tömör csavar' domborodása az üres csavar' barázdáit, és viszont betöltsék, és ez amaz körül, vagy az emebben könnyen forgatható legyen; minek azonban megtörténhetése végett szükséges, hogy vagy az üres, vagy a tömör csavar mozdulatlan állású legyen. 165. rajzban  $A$  a tömör csavart,

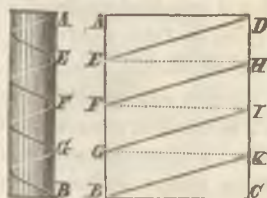
165. rajz.



$B$  az üres csavarnak átmetszetét ábrázolja. A csavar által terheket is lehet ugyan fölemelni, többnyire mégis valamely tetemesb nyomásnak eszközlésére, vagy a külön testeknek, és egyéb készültek' részeinek erős összekapcsoltatására alkalmazzatik. Ezen esetekben mind azon ellenállás, mely az üres, vagy tömör csavar' forgatását némüleg nehezíti, teher gyanánt tekintendö. A csavart forgató  $P$  erőnek  $Q$  teher iránti nyugtanos viszonyának meghatározása végett, a csavart úgy vehetni, mintha a henger' fölületére

görbített s ugyanannyi lejtökből állana, a mennyi csavarmenete vagyon. Ennek értelmezéseül legyen  $AB$  (166. rajz) egy tömör henger, ha ennek felületét lefejtve képzeljük, lészen az  $ABCD$  négyszögű lap, melynek  $BC$  oldala a henger' haránt metszetének köréhez egyenlő, lészen tehát  $BC = 2\pi r$ , hol  $r$  a henger' sugarát

166. rajz.



jelenti. Fölosztván ezen négyszöglapot  $EH$ ,  $FI$ ,  $GK$  egyenközös vonalok által egyenlő részekre, és huzván  $DE$ ,  $HF$ ,  $IG$ , és  $KB$  részü vonalokat, ugyanannyi  $DEH$ ,  $HFI$ ,  $IGK$ ,  $KBC$  lejtők származnak. Ha már most  $ABCD$  négyszöglapot  $AB$  oldalával a henger'  $AB$  oldalára illesztvén, a hengerre balfelé tekerödni képzeljük, az inént nevezett lejtők a csavar

varmeneteket képezendik, így  $BK$  lejtő képezi azon csavarmentet, melly kezdődik  $B$ -nél, és végződik  $G$ -nél, és így tovább; a lejtők' magossága a csavarmentek' egymástóli távolságához, alapja pedig, a csavarhenger' kerületéhez lészen egyenlő.

399) Az erő és teher' nyugtani viszonya a csavarban. Mint-hogy  $B$  üres csavarról lefüggő  $Q$  teher (165. rajz) annak csavarmentét  $A$  tömör csavarmentére bizonyos súlylyal nyomja, e csavarment pedig lejtőt képez: természetes, hogy ha itt az említett nyomás ellen semmi erő nem hat, az üres csavar  $Q$  súlyával együtt a tömör csavar' mentén magától leforog; tehát bizonyos  $P$  erő lészen szükséges, hogy az üres csavar, a tömör csavar' mentén nyugvásban megtartathassék. De az e célra használandó  $P$  erő, akár az üres, akár a tömör csavarhenger' felületére alkalmaztassék, az mindig csak a csavarmentet képző lejtőnek alapjával egyenközű irányban működik; ennélfogva tehát az említett lejtőnek magasságát, vagyis a csavarmenteknek egymástóli távolságát nevezvén  $d$ -nek, 396. száin értelmében lészen:

$$P : Q = d : 2\pi r \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I),$$

vagy mivel  $d$  nem egyéb, mint azon magasság, mellyre  $Q$  súly a csavarnak egyszer fordulta alatt emelkedik,  $2\pi r$  pedig az erőtől ugyanazon idő alatt megfutott tér, előbbbit  $s$ -nek, utóbbbit  $S$ -nek nevezvén, lesz még:

$$P : Q = s : S \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (II).$$

azaz: csavarban úgy viszonylik erő a teherhez, mint a csavarmentek' egymástóli távolsága a csavarhenger' kerületéhez; avagy: mint a súlytól megfutott tér az erőtől ugyanazon idő alatt leírt térhez.

I. Jegyzék. Az első arányból következik, hogy bizonyos  $Q$  súly' csavar általi tartására annál kisebb  $P$  erő kívántatik, minél kisebb a csavarmentek'





len csavarnak mondatik. Áll  $AB$  csavarból (168. rajz), mely tengelye körül  $C$  forgattyú által hajtható. Ennek csavarmenetei  $D$  csillagkerék' fogaiiba kapaszkodnak. E szerkezetnél fogva a csavar' forgatásával a kerék is tengelye körül mozgásba jő, és a hengerére tekerődő kötél által  $Q$  teher fölemeltetik. — Ha képzeljük, hogy valamely, a kerék' fogaira közvetlen működő  $P'$  erő,  $Q$  teherrel egyensúlyban van, a 391-dik szám értelmében áll:

$$P' : Q = r : R \quad . \quad . \quad . \quad (\alpha),$$

a henger' sugarát  $r$ , a kerék' sugarát pedig  $R$  betű jelentvén. Továbbá ha  $P'$  erő helyébe  $A$  csavarmenetek alkalmaztatnak, azokra nézve

$P'$  teher gyanánt tekintendő; tehát magában a csavarban  $(\alpha)$  pont szerint leszén:

$$P : P' = d : 2\pi l \quad . \quad . \quad . \quad (\beta);$$

$l$  jelentvén a  $C$  forgattyú hosszát; végre  $(\alpha)$  és  $(\beta)$  arányokat összetevén áll:

$$P : Q = dr : 2\pi l R \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (IV);$$

azaz: a végetlen csavarban úgy áll az erő a teherhez, mint a csavarmenetek' távolságának, és henger' sugarának szorozata az erő által megfutott térből, és a csillagkerék' sugarából keletkezett szorozathoz.

c) Emeltyűvel, és csavarral összekötött csavar. Ez az a) alatt tárgyalttól csak abban különbözik, hogy  $AB$  (169. rajz) csavarhengernek  $AC$  részén valamicskével nagyobb távolatú csavarmenetek léteznek, mint a  $CB$  részre vágottak. A csavarhenger' alsó részén  $B$  nyomólap látható, melynek üregébe a finomabb csavarmeneteknek megfelelő üres csavara vagyon bevágva. Ha  $AB$  henger egy fordulást tesz,  $B$  nyomólap a vastagabb csavarmenetek' távolával lejjebb száll, de egyszersmind a finomabb csavarmenetek' távolával fölfelé emelkedik; tehát valódilag a két különböző távolatok külön-zékével lenyomatik, és így az alája helyezett testre nyomást eszközöl. A vastagabb





csavarmenetek' egymástóli távolát  $d$ , a finomabbakét  $d'$  betűvel jelentvén, az  $a$ ) alatt mondottak szerint lesz a  $P$  és  $Q$  közti viszony:

$$P : Q = d - d' : 2\pi R \quad . \quad . \quad . \quad (V).$$

Föltevéen például, hogy  $AC$  rész csavarmeneteiből 24,  $CB$  részéből

pedig 25 esik egy hüvelykre, léssen  $d = \frac{1''}{24}$ , és  $d' = \frac{1''}{25}$ ; tehát

$$d - d' = \frac{1}{24} - \frac{1}{25} = \frac{25 - 24}{24 \cdot 25} = \frac{1''}{600};$$

azaz: ezen összetett csavar olly roppant hatású, a minő leendne az, mellynek csavarmenetei egy hüvelyknek  $\frac{1}{600}$  részére vannak egymástól.

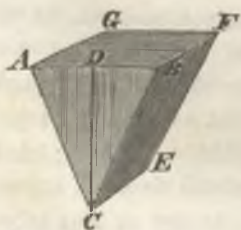
*Jegyzék.* Minthogy a csavarnak leirt összetevése által eszközlött erőnyereség a nélkül, hogy a csavar' forgattyuját szerfölött hosszítani, vagy a csavarmenetek' egymástóli távolságát igen kisebbiteni volna szükséges, könnyen elérhető, s csak a két különböző vastagságú csavarmenetek' távolának különzésétől, nem pedig a csavarmenetek általános finomságától függ, világos: miként bármelly vastagságú, de egymástól igen kevésé különböző csavarmenetekkel ellátott csavarokat az imént leirt módon összeköthetni, és a legnagyobb súlyoknak csekély magasságokrai fölemelésére, vagy egyéb rendkívül nagy ellenállások' meggyőzésére alkalmazhatni; mi az egyszerű csavar által elméletileg ugyan igen, de gyakorlatilag soha meg nem fejthető földadat. Az összetett csavarmű még az igen finom mozdulatok' eszközlésére is nagyon czélszerűen használható eszköz.

## VI. Cikk.

### A z é k r ö l.

401) Az *ék* olly háromszögű hasáb, mellynek  $ABC$  alapja (170. rajz) háromszöget képez.  $AB$  az *ék*' szélessége,  $DC$  annak hossza,  $CE$  éle;  $BCEF$  lap az *ék*' oldala-,  $ABFG$  lap pedig *ék*' hátának mondatik. Ezen

170. rajz.



műszer némellykor nagyobb terheknek kis magasságrai fölemelésére, tetemesb nyomás, vagy szorítás' eszközlésére is, de többnyire a testek' összefüggő részeiknek egymástóli elválasztására szokott használtatni, a hátára alkalmazott nyomás, vagy ütések által az ellenálló részek közé hatni kényszerítettvén. Ebből kitetszik: hogy

minden metsző, és szuró eszközeink, ugymint: véső, kés, olló, furó, rászpó, fejsze, kard, tő, szeg, ár, sőt az állatok' fogainak is éle, vagy hegye nem egyéb, mint az éknek módosulata.

402) *Az erő, és teher' nyugtani viszonya az ékben.* Minden ellenhatás, melly az éknek valamely test' részei közé juthatását gátolni törekszik,  $Q$  teher gyanánt tekinthető. Minthogy ez az éknek mind a két oldallapjára egyszerre hat, legyen  $q$  az egyik, és  $q'$  a másik oldallapra ható része, minélfogva leszén  $q + q' = Q$ . Az ék' hátlapjára alkalmazandó  $P$  erő hasonlóképen  $p$  és  $p'$  részekből állani gondoltatik úgy, hogy  $p + p' = P$ . Ennek a  $Q$  teherhez nyugtanos viszonya az ékben igen sokféle lehet, a mint az egyiknek vagy másinak hatási iránya különböző. Itt csak azon eseteket tárgyaljuk, mellyekben  $p$  és  $p'$  erők az ék' hátlapjára merőlegesek, az ék' oldallapjára működő  $q$  és  $q'$  ellenállások pedig vagy egyenközűek az ék' szélességével, vagy annak oldallapjaira merőlegesek.

a) Midőn  $q$  és  $q'$  ellenállások (171. rajz) az ék'  $AB$  szélességével egyenközűek,  $p$  és  $p'$  erők pedig annak hátlapjára merőlegesek, akkor az éket alapjaikkal

171. rajz.



összetett  $ADC$  és  $BDC$  lejtők gyanánt lehet tekinteni, mellyeknek egyikére  $p$  és  $q$ , másikára pedig  $p'$  és  $q'$  erők működnek, Minck következtében az ék'  $ADC$  felére, mint lejtőre 396-dik szám alatti tantételt alkalmazván áll:

$$p : q = AD : DC; \text{ honnét}$$

$$p \cdot DC = q \cdot AD. \quad . \quad . \quad . \quad (\alpha)$$

hasonlóképen az ék'  $BDC$  felén is álland:

$$p' : q' = DB : DC, \text{ és innen}$$

$$p' \cdot DC = q' \cdot DB \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\beta),$$

( $\alpha$ ) és ( $\beta$ ) egyenleteket összeadván leszén:

$$p \cdot DC + p' \cdot DC = q \cdot AD + q' \cdot DB;$$

ezen egyenlet' egyik tagjában  $DC$ -t, másikban  $AD = DB = \frac{AB}{2}$  közös szorzóul kivevén, leszén:

$$(p + p') DC = (q + q') \frac{AB}{2};$$

ugyde  $p + p' = P$ , és  $q + q' = Q$ -hoz; tehát helyettesítvén áll:



$$P: Q = \frac{AB}{2}: AC. \quad . \quad . \quad . \quad (II).$$

Miből nyilvánvaló, hogy az éknek jelen esetében úgy viszonylik az erő az egész ellenálláshoz, valamint az ék fél szélessége annak oldalhosszához.

*Jegyzék.* Ez utóbbi aránynak (I) alattivali összehasonlításából kitűnik, miszerint nagyobb az erő-nyereség, ha az ék által legyőzendő ellenállások annak oldallapjaira merőlegesen, mintha az ék szélességével egyenközüen működnek. Általánosán pedig mind egyikből, mind másikból önként érthető, miért tesznek jobb szolgálatot a kések, és egyéb metsző, vagy szuró eszközök, ha éleik, és hegyeik kellően kiköszürültetnek. — Azonban az ékre vonatkozó, és elméleti uton kipuhított erő, és ellenállás közti nyugtani viszonyok igazságát a gyakorlatban előforduló esetekre nagy pontossággal alkalmazni csaknem lehetlen; mert az ék ellen szegülő ellenállásoknak nagyságát és irányát többnyire igen nehéz meghatározni. Maga az ékre ható  $P$  erő többnyire nem nyomás, hanem ütések által eszközöltetik; már pedig ezek hatását, ha önkényesen működő kéz által okoztatnak, pontosan megmérni nem sikerül. Ide járul még, hogy az ék nevezetes, sőt gyakran igen nagy surlódásnak vagy on kitéve, mely az ellenállást tetemesen növeli. Mindazáltal ezen surlódásnak is vannak hasznai; e nélkül az ék ütések által nem hajthatnák az elhasítandó test' részei közé; mert minden ütés után a reá ható ellenállás által visszataszítatnák, a szegek is megszűnnének a testek' összekötésére alkalmas eszközök lenni.

## V. FEJEZET.

**Szilárd testek' mozgásáról az elemi erőkre nézve, vagyis azoknak rezgéséről.**

403) Ha a test' részecskéi helyzetükből, melyben az egyensúlyt tartó elemi erők miatt léteznek, valamely külső, de a test' rugalmasságának határait nem haladó erő által kimozdítatnak, annak megszüntével előbbi helyzetükbe visszasietnek; azonban oda jutván, a nyert sebességük miatt rögtön meg nem állapodhatnak, hanem attól lassuló sebességgel ellenirányban mindaddig távoznak, míg sebességük nem lesz  $= 0$ . Ekkor ujonnan nyugvási helyzetük felé egyentelenül növekedő sebességgel sietnek, és miután azt mint előbb túlhaladták volna, ismét kisebbedő sebességgel haladnak tovább stb. A szilárd testek' ilyféle mozgása *rezgés* nevet visel, és igen hasonlít az inga' lengéséhez, csak hogy azt a nehézségi erő, ezt pedig a testek' rugékonysága okozza.



404) Mivel minden test bir bizonyos rugékonysággal, a rezgési mozgást bármelly anyagú, és alakú szilárd test is fölveheti; azonban a rezgési mozgás' törvényeinek könnyebb kikutatása végett olly testek használandók, melyeknek alakjaik, elegendő rugékonyságuk mellett részarányos, és egymástól jelentékesen különböző méretűek; mert ilyenekben a rugonyosság szabályosabban, és szabadabban is működik. Ezek a következő két osztályba rendeztethetők:

a) Azon testek, melyek rugékonyságukat csak feszítés által kapják; ilyenek: 1) a fonal-alakúak, és *húrok*-nak neveztetnek; 2) a *hártyák*, például a dobban.

b) Azon testek, melyek hossz méretükhöz képest elegendő szélességgel, és vastagsággal is birnak, tehát már önállólag rugékonnyak; ilyenek: 1) a *resszők*, vagy *rudak*, 2) a *lemezek*, például: üvegből, fémből, vagy fából.

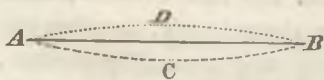
Mint hogy ezen testek' részecskéi a hossz méretre nézve vagy merőleges, vagy egyenközü irányban, vagy a körül csavargós menetben rezeghetnek, háromféle rezgést, ugymint: *keresztrezgést*, *hosszrezgést*, és *csavarrezgést* különböztetünk meg.

## I. Czikk.

### A húrok, és hártyák' rezgéséről.

405) Ha *AB* (173. rajz) kifeszített húr közepe táján alkalmazott vonás, vagy ütés által *ACB* helyzetbe kényszerítették nyugvási

173. rajz.



helyzetéből, az ütés' megszűntével a széthuzott részecskék egymáshoz közeledni, és így a húr előbbi helyzetébe fog jönni; de mivel ez alatt sebessége épen ugy mint az

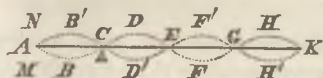
ingái növekedett, *AB* helyzetben meg nem állapodik, hanem tehetlensége miatt *ADB* helyzetbe lassudó sebességgel kifut, honnét sebességének megsemmisítése után ismét *AB*, innen tovább *ACB* helyzetbe tér vissza, stb. Ha a húrnak minden utóbbi kitérése az előbbihez egyenlő volna, rezgése sohasem szünnék meg; mi azonban a mozgási akadályok miatt nem történhetik meg. Azon

mozgást, mellyel a húr *ACB* helyzetből kiindulván abba ismét vissza-kerül, *egy rezgésnek*, az addig lefolyt időt pedig *egyrezgés' idejének* mondják; minthogy a rezgő húr kitérései igen csekélyek, az ingá-  
vali hasonlatosságnál fogva minden rezgései *egyidősek*.

406) A keresztben rezgő húr némelykor több egyenlő ré-  
szekre osztódik, mellyeknek mindegyike kereszt-rezgéseit a me-  
lette létező részszel ellenkező irányban épen úgy végzi, mintha  
mindegyik rész önálló, és az osztálpontokban megerősített hűrt  
képezne. Ez történik:

a) Ha a kettő, három, vagy több egyenlő részre osztott *AK*  
húrnak (174. rajz) első osztálpontja alá, például *C* alá, húrláb

174. rajz)

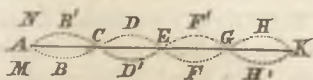


tételvén, a többi *E* és *G* osztály-  
pontokra egyszínű, az osztály-  
pontok közötti helyekre pedig  
más színű papirnyiretek aggat-  
tatnak, és azután a húrláb által

elkülönzött *AC* rész hegedü-vonóval, vagy pengetéssel rezgésbe  
hozatik. Ennek megtörténtével az osztálpontok közé tett papiros-  
kák mind lehányatnak, az osztálpontokon pedig nyugalomban ma-  
radnak, nyilvánvaló jelül annak: hogy *AC* húrrésznek majd *ABC*  
majd *AB'C* helyzetbe jöttekor, a másik rész is majd *CDEFGHK*, majd  
*CD'EF'GH'K* alakot vett föl. Az illyféle rezgés által eredett *E* és *G*  
nyugvó pontok *rezgési csomók*-nak neveztetnek; számuk egyenlő  
*n—1*-hez, ha *n* az osztályrészek' számát jelenti.

b) Ha valamelly hosszú, s egyik végén megerősített *AK* zsi-  
neg (175. rajz) *A*-nál kézben tartva kifeszítettik, azután *A* vége

175. rajz.



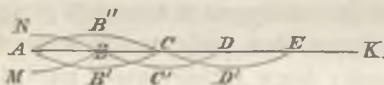
*AM*, *MN*, *NA* irányokban egy-  
másután hirtelen mozdíttatik,  
annak bizonyos *AE* része  
*AB'CD'E* kigyózdó alakot ölt  
fel, melly a folyadékok' hullá-

mávali hasonlatossága miatt *rezgési hullám* nevet visel; áll ez *AB'C*  
*hullámhegyből*, és *CD'E* *hullámvölgyből*, mind a kettőnek együtt  
vett *AE* hosszúsága a *hullám' hosszát*, valamint a völgy' mélysége,  
és hegy' magassága együtt a rezgés' *kitérésitávolát* teszi. — A kép-  
ződött *AB'CD'E* hullám egy helyben nem marad, hanem a zsinég'  
egész hosszát megfutja, *K* ponttól visszaverődik, és az előbbi irányá-

val ellenkezőleg  $A$  pontig vissza jő, honnét ismét  $K$  pont felé siet stb.; ez alatt kitérésí távula a mozgási akadályok miatt folytonosan kisebbedvén, végre teljesen megszűnik. A zsinegnek, vagy húrnak ilyféle mozgása *haladó keresztrezgés*-nek mondatik. — A haladó kereszt-rezgés látszólag *álló kereszt-rezgéssé* változik, ha  $A$  pontnak  $AMANA$  irányban eszközölt mozgása egyenlő, és a rezgő zsineg' hosszához mért időszakokban egymásután többször ismételtetik; mert az által  $AB'CD'E$  hullámhoz egyenlő hullámok egymást követik, s  $K$  ponttól visszaverődvén az ujonnan képzetteket  $C, E, G$  pontokban átvágják, és ekkép az egész zsin eget változtatva majd  $ABCDEFGHKG$ , majd  $AB'CD'EF'GH'K$  alakúvá teszik, mi által  $AK$  zsinegnek  $AC, CE, EG, GK$  részei álló keresztrezgéseket látszanak tenni, az őket határhozó  $C, E, G$  pontok pedig mint rezgési csomók jelennek meg.

*Jegyzék.* Annak értelmezéseül, hogy  $AK$  zsineg (176. rajz), ha  $A$  végo  $AMANA$  irányban mozgattatik, haladó kereszt-rezgésbe jő, képzeljük  $A$  pont-

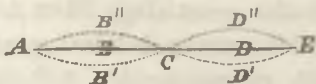
176. rajz.



tot  $M$ -ig mozdíttatni, ennek mozgása a zsineg' részecskéivel csak egymásután közöltetvén, elér például  $B$ -ig; ekkor lesz a zsineg' alakja  $MBK$ . Mig a zsineg' végső pontja  $M$ -ből  $A$ -ba visszatér,

$B$  pont vele közölt mozgás által  $B'$ -ig jő,  $C$  pont pedig még nyugvásban van; ekkor a zsineg' alakja lesz  $AB'CK$ . Ha  $A$  pont  $N$ -be érkezik,  $B'$  visszatér  $B$ -be,  $C$  jön  $C'$ -be,  $D$  pedig még nyugszik; tehát ezen időpontban a zsineg' alakja lesz  $NBC'DK$ . Végre a zsineg' végső pontjának  $A$ -ba visszatérteig  $B$  jön  $B''$ -be,  $C'$  megy  $C$ -be,  $D$  pedig  $D'$ -be,  $E$  pont még nyugvásban maradván; és így  $A$  pontnak  $AMANA$  ut megfutása után, a zsineg  $AB'CD'E$  hullámot képezend. Ha ezen szerkeztést  $A$  pontnak egy helybeni maradtával folytatnók, azonnal kitűnnék a képzett hullám' további haladása. De lássuk annak a megerősített  $K$  ponttói visszaverődési módját. Ha  $AB''CD'E$  (177. rajz) hullámnak  $E$  pontja megerősítettet, azzal mint mozdulatlanul a mozgás többé nem közöltethetik,

177. rajz.



de előtte létező hullámrészek mozgásaikat még folytatják; tehát azon idő alatt, mig az egész hullám hosszának egy negyedével tovább haladna,  $D'$  jő  $D$ -be,  $C$  mint rezgési csomó ott marad a hol van, és  $B''$  jő

$B$ -be;  $A$  és  $E$  közötti részek tehát egyenes vonalt képezendnek. Következő egyenlő idő lefolyta alatt  $D$  érkezik  $D''$ -be,  $B$  megy  $B'$ -be, és mozgásukat a mellettük létező részecskékkal közlik; tehát a zsineg  $AB'CD'E$  visszamenő

hullámot képezend, mellynek görbületei a jövő hulláméval egészen ellenkezők.

407) Ha a keresztrezgési hullámnak keletkezési és haladási módjára kellő figyelem fordítottatik, észrevehetni, hogy a rezgési hullámnak egész hosszúságávali tovább haladására épen akkora idő kívántatik, a mekkora keletkezésére vala szükséges. Föltevéen, hogy azon körülmények, mellyek a rezgésbe hozott húr' hullámainak hosszúságára befolyást gyakorolhatnak, változatlanul ugyanazok maradnak, látnivaló: hogy a hullámok' haladási sebességének egyenletesnek kell lenni. Ennélfogva azon időt, melly alatt a rezgési hullám egész hosszúságával tovább halad, nevezvén  $t$ -nek, haladási sebességét pedig  $c$ -nek, általánosan leend:  $t = \frac{2l}{c}$  (240. III); ha  $l$  a rezgő

húrnak azon hosszát jelenti, melly egy hullámhegyet, vagy völgyet képez, vagyis a rezgő húrnak két rezgési csomója közt létezik. Terjedelmesb hánylás által bebizonyíthatni, hogy a hullám' haladási

sebessége ezen képlet által kitétethető:  $c = \sqrt{\frac{2gql}{p}}$  \*), mellyben

$2g$  a szabad esés' sebesedését,  $q$  a húr' feszülését okozó sulynak fontokban kitett nagyságát,  $p$  pedig az  $l$  hosszúságú húrrésznek, vagy ha a húr csomók nélkül rezg, az egész húrnak súlyát jelenti. Ha a hullám' haladási sebességének imént kifejezett értéke a rezgési időnek általános kitételében helyettesítetik, leend:

$$t = 2 \sqrt{\frac{lp}{2gq}} \quad \dots \quad (I).$$

Ha a húr, mint lenni szokott, hengeralakú, átmérőjét jelentvén  $d$ -vel, fajsúlyát pedig  $s$ -el, lesz:  $p = \frac{1}{4} \pi d^2 l s$ , melly értéket az előbbi képletben helyettesítvén, leend:

$$t = dl \sqrt{\frac{\pi s}{2gq}} \quad \dots \quad (II).$$

Ezen képletből egy másodperc alatt végzett keresztrezgések' számát is kivezethetni; mert ha a húr  $t$  idő alatt tesz 1 rezgést, 1 másodperc alatt teend  $n$  számú rezgéseket, azaz:  $t:1=1:n$ ;

\*) Naturlehre des A. Baumgartner 1842, Seite 270. — Anfangsgründe der Physik des A. von Ettingshausen 1844, Seite 286.



innét  $n = \frac{1}{t}$ ; vagy  $t$  értékét helyettesítvén:

$$n = \frac{1}{dl} \sqrt{\frac{2gq}{\pi s}} \quad . \quad . \quad . \quad (III).$$

Két különböző hosszúságú, átmérőjű, feszültségű, és fajlagi súlyú húrok egyidő alatt tett rezgéseit összehasonlítván lesz:

$$N : n = \frac{1}{DL} \sqrt{\frac{2gQ}{\pi S}} : \frac{1}{dl} \sqrt{\frac{2gq}{\pi s}} = \frac{1}{DL} \sqrt{\frac{Q}{S}} : \frac{1}{dl} \sqrt{\frac{q}{s}}.$$

a) Ha a húrok egymástól csupán csak feszültségben különböznek, lesz:

$$N : n = \sqrt{Q} : \sqrt{q};$$

azaz: különbözően feszített, de különben egyenlő húrok' keresztrezgési száma egyenes viszonyban vagyon a feszültséget jelentő fontszámok' négyzetes gyökével; mert a húrra függesztett súly, vagy a súly által létrehozott feszültség a húr' rezgésére épen olly befolyással bír, a minővel a nehézségi erő az inga' lengésére (333).

b) Ha a húrok egymástól csak hosszúságukra nézve különböznek, lesz:

$$N : n = \frac{1}{L} : \frac{1}{l} = l : L;$$

azaz: többi körülmények' egyenlősége mellett különböző hosszúságú húrok' keresztrezgési száma megfordított viszonyban áll a húrok' hosszával; mert egyenlő feszültségi erő különböző hosszúságú húrok' különböző tömegét egyenlő sebességű rezgésbe hozni nem bírja, hanem a kétszer hosszabbat csak felényi sebességgel mozgatja.

c) Ha a húrok egymástól csak vastagságban különböznek, áll:

$$N : n = \frac{1}{D} : \frac{1}{d} = d : D;$$

azaz: különböző vastagságú húrok' keresztrezgési száma, a többi körülmények egyenlők levén, megfordított viszonyban vagyon a húrok' átmérőjével. Ennélfogva olly húr, mellynek átmérője a másikénál kétszer kisebb, ugyanazon hosszúság és feszültség mellett egyenlő idő alatt kétszer több rezgéseket teend. Ennek legközelebbi oka abban fekszik, hogy a kétszer kisebb átmérőjű húr' tömege négyszer kisebb levén, mint az egyszeres átmérőjű húr', részecs-

kéi ugyanazon  $Q$  súly által négyszer nagyobb feszültséget szenvednek, ennek pedig csak kétszer nagyobb rezgési szám felel meg (a).

d) Végre ha a húrok csak anyagaik' sűrűségére nézve különbözök, áll:

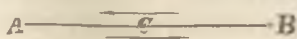
$$N : n = \sqrt{\frac{I}{S}} : \sqrt{\frac{I}{s}} = \sqrt{s} : \sqrt{S};$$

azaz: ezen esetben a húrok' keresztrezgési száma megfordított viszonyban áll anyagaik' fajsúlyának négyzetes gyökével; mert ha valamely húrnak fajsúlya a másikénál négyszer nagyobb, annak minden részecskéje a  $Q$  súly által négyszer kisebb feszültséget szenved, mint a másiké, és így, ugyanazon idő alatt kétszer kevesebb rezgéseket tesz.

*Jegyzék.* Hogy ezen állitmányok a húrokkal teendő kísérletek által igazoltathassanak, szükséges a húrok által mpercz alatt tett rezgéseknek meghatározási módját e helyen röviden emliteni. Ha a húr igen hosszú, és nem nagy erővel feszített, bizonyos számú mperczek alatt végzett keresztrezgései megszámlálhatók; ennélfogva az egy mperczre eső keresztrezgések' száma is feltalálható. Ha pedig a húr rövid, és jól kifeszített, olly gyorsan rezg, hogy kereszt-rezgéseinek közvetlen megszámlálhatásáról többé szó sem lehet, de tapasztalásból tudjuk, miszerint azon testek, melyek egy mpercz alatt körülbelül 30 rezgésnél többet végeznek, egyszersmind hallmüszereinkben hang érzetet gerjesztenek; már pedig, mint az alább előadandó hangtanban látandjuk, minden értelmes hangnak, melyet zöngének (Ton) nevezendünk, többféle módok által meghatározható rezgési szám felel meg, melly annál nagyobb, minél magasabb a zöngé; tehát a rezgő húr által adott zöngé' segítségével a húrok' rezgéseinek egy mperczre eső számát is megtudhatni. Ezeknek mellékes említése után nevezetes: hogy a fönnebbi állitmányok' igazságát a húrokkal kellő pontossággal tett kísérletek tökéletesen igazolják.

408) *A húrok hosszrezgésekre is alkalmasak.* Ezt legszembetűnőbben tapasztalhatni egy tekercsben, melly csavarmenetekeket képző vas, vagy sárgaréz húrból áll. Ha ez egyik végén fölfüggesztetik, másakra pedig rugékonyságához arányos súly akasztatik, alól egyszerű meghuzás, s azonnali eleresztés által könnyen látható hosszrezgéseket teend. Azonban a kifeszített  $AB$  (178. rajz)

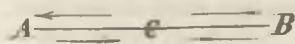
178. rajz.



húrt is hozhatni hosszrezgésbe, ha ez jól meggyántázott hegedűvónóval nagyon hegyes szöglet alatt huzatik meg; vagy gyántás ujjakkal  $C$ -nél hosszmentében dörzsöltetik. A legegyszerűbb hosszrez-

gés következőkép történik: ha  $C$  pont  $A$  felé vonatik, a húr' részecskái  $AC$ -ben egymáshoz közeledni,  $BC$ -ben pedig egymástól távozni kényszerítettnek, és így az egész húr' hosszában létező részecskék a felső nyíl irányában mozgásba hozatnak; ha  $AC$ -ben összenyomult, és  $CB$ -ben széthuzott részecskék' rugonyossága azon fokra hág, hogy a  $C$ -ben működő erőt meggyőzheti: akkor előbbi helyzetükbe térrendők az alsó nyíl irányában visszarohannak, de az ekkép nyert sebesség miatt természeti helyzetükben meg nem maradhatnak, hanem azontúl is folytatják mozgásukat, minél fogva  $BC$  részben összenyomulniok,  $AC$ -ben pedig széthuzódniok kell, e. i. t. A húr' részecskéi ezen sokszor ismételt ide s tova mozgásuk alatt  $A$ -nál, és  $B$ -nél legkisebb,  $C$ -nél pedig legnagyobb kitéréseket tesznek; ellenben  $A$ -nál és  $B$ -nél leginkább,  $C$ -nél legkevesebbé nyomódnak össze, vagy huzódnak szét. Ha a hosszrezgésben létező húrnak középpontja  $C$  (179. rajz) gyöngén megérintetik, ott azonnal rezgési csomó képződik, mely körül  $AC$ , és  $BC$  húrdarabok' részecskái a fölebb leírt módon

179. rajz.



most egymástól, vagy egymásfelé mozognak. Hasonlóképen két rezgési csomó ered, ha a húr' hosszának  $\frac{1}{2}$ ; három, ha  $\frac{1}{4}$  részére eső pont érintetik meg.

409) A hosszrezgésnek sebessége általánosan ezen képlet által tétethetik ki:  $c' = \sqrt{\frac{2g}{K}}$ , \*); s mivel ezen sebességgel a rezgési mozgás minden egyes hullám' képződése alatt  $2l$ -nyi utat tesz meg, egy hosszrezgési hullám' képződési ideje lészen:

$$t' = 2l \sqrt{\frac{K}{2g}} \quad (140, III) \quad (I)$$

$l$  a csomó nélkül rezgő húrnak, vagy két csomó közti darabjának hosszát,  $2g$  a szabad esés' sebesedését,  $K$  pedig azon hossznövekedést jelentvén, mellyel a húr' természetes hossza nagyobbulna, ha tulajdon súlya által feszítettnek. Minthogy  $K$  igen csekély értékű szokott lenni, látnivaló, hogy egy hosszrezgés' ideje igen kicsiny, s azért a hosszrezgések egymást igen sebesen követik; mi onnét

\*) Naturlehre des A. Baumgartner 1842. Seite 267.





$$t : t' = 2 \sqrt{\frac{pl}{2gq}} : 2l \sqrt{\frac{p\lambda}{2gqt^2}}; \text{ megrövidítve}$$

$$t : t' = \sqrt{l} : \sqrt{\lambda}.$$

Mivel a rezgési idők a rezgési számokkal visszásan aránylanak, még lesz:

$$n : n' = \sqrt{\lambda} : \sqrt{l}.$$

azaz: *a keresztrezgési idő, úgy viszonylik a hosszrezgési időhöz, mint a húr-hossznak négyzetes gyöke, a feszülés által okozott hossznövekedés négyzetes gyökéhez; ellenben: a keresztrezgések' száma úgy viszonylik a hosszrezgések' számához, mint a feszülés által okozott hossznövekedésnek négyzetes gyöke, a húr' hosszának négyzetes gyökéhez.*

*II. Jegyzék.* A hurok kereszt-, és hosszrezgéseken kívül csavar-rezgéseket is tehetnek. Ugyanis, ha az egyik végén fölakasztott, másik végén megterhelt húron hossza körül tekerintés tétetik, az magára hagyatván egy-mást föl váltó, ellenkező irányú tekeredéseken megy által, mit a reá függesztett súly ide s oda forgásán észrevehetni. — Ide tartozik a sodrott zsineteknek és fonaloknak le és föltekeredése is, midőn reájuk valamely súly függesztetik.

410) *Mi a kifeszített hárttyákat illeti: azok ha szalag-alakuak, mind keresztben, mind hosszában, a húrokról előadott szabályok szerint rezgenek, azon csekély különséggel mégis, hogy rezgési csomóik nem pontokat, hanem vonalokat képeznek. A minden irányban kifeszített hárttyák pedig némelly rezgésekben a hurok' szabályait követik, másokban ellenben a rezgő táblákhoz hasonlítanak, melyeket a következő czikkben tárgyalandjuk.*

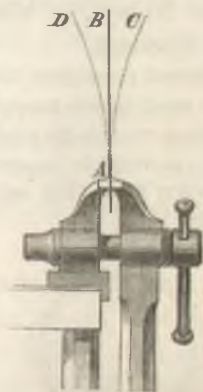
*Jegyzék.* Ámbár a hurokban, és hárttyákban előforduló rezgések' nemei nagyobb értelmesség okáért itt elkülönözten tárgyalattak; mindazáltal megtörténhet, hogy ugyanazon húr, egy időben különmű rezgéseket végezzen. Így a haladó keresztrezgés is, szorosan véve, kereszt- és hosszrezgésből áll.

## II. Czikk.

### A vesszők' és lemezek' rezgéséről.

411) *A vesszők' keresztrezgése.* Ha valamely rugalmas, például aczélból készült *AB* vessző 180. rajz) *A* végénél szorittyúba foglaltatván természetes helyéből *AC* helyzetbe hajtatik, az magára hagyatva azonnal nyugvási állapotba nem jöhet, hanem a 405-dik szám alatti értelmezésnél fogva majd *AD*, majd *AC* helyzetek felé folytonosan kisebbedő kitéréseket, azaz: keresztrezgéseket tesz, míg

180. rajz.

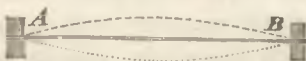


végre teljesen megnyugszik. Ezen rezgések nem fekszenek mindig egy síkban, hanem a vessző oldalainak különböző rugalmasságához, és a vesszőre gyakorlott hajtás, vagy ütés' irányához képest, vagy kör, vagy kerülék, vagy más görbületűek. Tisztán, s mulattatólag láthatni ezt, ha *Wheatstone* után egy megerősített, és felső végén fényes gombbal ellátott kötötű alakú aczélvessző, nap-, vagy lámpa-fénytől megvilágosítva, rezgésbe hozatik. Annak fényes gombja nagyon különböző és jól észrevehető görbületeket ír le.

412) A vesszőknek imént leírt rezgése a legegyszerűbbik; az még több módosításokkal is véghez mehet, nevezetesen:

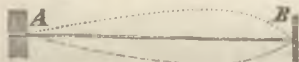
a) A mind a két végén megerősített (181. rajz);

181. rajz.



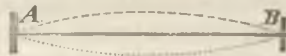
b) Egyik végén megerősített, másikon megtámasztott (182. rajz);

182. rajz.



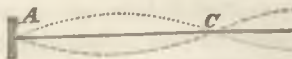
c) Mind a két végén megtámasztott vessző (183. rajz) keresztrezgéseit húr módjára végzi, azon különbséggel, hogy a megtámasztott végeknél nagyobb kitéréseket képez, mint a megerősítetteknél, mi az illető rajzokban is jelentetik.

183. rajz.



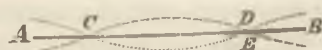
184. rajz.

d) Egyik végén megtámasztott, és hosszának  $\frac{1}{3}$  részére eső C pontnál fogva tartott vessző (184. rajz), ezen pontban rezgési csomót képez.



185. rajz.

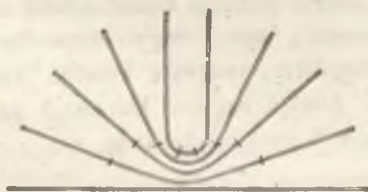
e) Ha AB vessző (185. rajz) végeitől egész hosszának  $\frac{1}{4}$  részére eső C és D támaszokon fekszik, keresztrezgésekor ezen pontokban rezgési csomókat



képez. A vesszők' rezgési csomóit sokszor szemmel is észrevehetni, vagy ha lapos folületűek, reájuk hintett száraz fűvény által láthatókká tehetni, mihelyt hegedűvonóval rezgésbe hozatnak.

*Jegyzék.* A közepe táján meggömbített rugalmas vessző rezgésekor, legalább is két rezgési csomót képez, mellyek egymáshoz annál inkább közelebb esnek, minél nagyobb a köztük létező görbület, valamint ezt 186-dik rajzból láthatni. Ha pedig a meggömbített vessző karika-alakú, az rezgésbe hozatván 4, 6, 8 egyenlő részre oszlik, s ugyanannyi rezgési csomókat képez (187. rajz).

186. rajz.



187. rajz.



413) Mi a vesszők' rezgéseinek számát illeti, az mind elmélet, mind tapasztalás szerint két egyenlő hosszúságú, egyanyagú, és egyik végen megerősített vesszők közül, a kétszer vastagabbikban kétszer nagyobb, mint a másikkban; egyenlő vastagságú, de különböző hosszúságú vesszők közül pedig a kétszer hosszabban négyszer kisebb, azaz:

$$N:n = \frac{D}{L^2} : \frac{d}{l^2},$$

$D$  és  $d$ -vel a vesszők' vastagságát,  $L$  és  $l$ -el azoknak hosszúságát jelentvén.

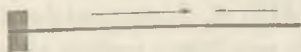
*Jegyzék.* A szalag-alakú vesszőknek kisebb, vagy nagyobb szélessége a rezgési számokra semmi befolyással sincs; mert egyenlő vastagságú, és csak egymás mellé helyezett vesszők gyanánt tekinthetők. Ha a vessző rezgésekor egy vagy több rezgési csomót képez, részeinek rezgési száma nagyobb lesz, mintha csomó nélkül rezgő; de a csomó nélkül rezgő vesszőnek rezgési száma a csomókkal rezgő vesszőnek rezgési számához nem áll oly egyszerű viszonyban, minő az egész hur, és csomókkal rezgő hur' rezgési számai közt létezik. (Lásd ezekről: *Baumgartner's Naturlehre 1842. Seite 299.* — *Fechner's Repertor. Seite 272.*)

414) *A vesszők' hosszrezgései.* Ha elegendő hosszúságú, rugonyos vessző, például üvegsző, vas, réz, vagy fa pálcza megnevedesített, vagy gyántaporral behintett posztódarabbal hosszmentében dörzsöltetik, vagy a végén kemény testtel, például kulccsal megüttetik, hosszrezgésbe jő, és ez által többnyire igen magas

hangot ad. Vastagabb rudakat, sőt gerendákat is lehet hosszrezgésbe hozni, ha végeiken furt lyukba rövid üvegcső pecsétviasz által erősen ragasztatik, és az hosszában dörzsöltetik. A hosszrezgésbe hozott vesszők, vagy rudak körülményekhez képest vagy egészen rezgenek, vagy több részre föloszolván, rezgési csomókat képeznek, melyek a lapos rudakban, és üvegcsők' belsejében a reájuk, vagy beléjük hintett fővény által, a vesszőkben pedig reájuk akasztott papiros karikák által föllelhetők. Nevezetesen:

a) Egyik végén megerősített vessző rezg, vagy minden csomó nélkül, vagy egy csomóval, mely a vessző' szabad végétől hosszának  $\frac{1}{3}$  részére esik (188. rajz), vagy rezg két csomóval, melyek' egyike a vessző' szabad végétől, hosszának  $\frac{1}{3}$  részén vagy (189. rajz), stb.

188. rajz.



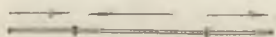
189. rajz.



190. rajz.



191. rajz.



b) Ha a vessző egészen szabad, csak közepén két ujj között tartván dörzsöltetik, akkor vagy egy rezgési csomóval rezg, mely épen a közepére esik (190. rajz); vagy kettővel, melyeknek mindegyike a vessző' végétől hosszának  $\frac{1}{4}$  résznyire van (191. rajz); egymástól távoluk pedig két akkora, stb.

I. Jegyzék. Savart nagyobb vastagságú rudakban azt tapasztalá, hogy rezgési csomók a rud körül rendetlen csavarmenetet képeznek. Ugyanez áll a csők mind külső, mind belső felületén megvizsgált rezgési csomókról is, de nevezetes, hogy a belső csomóknak külső felületen nem csomók, hanem rezgő részek felelnek meg.

II. Jegyzék. Mivel két egymást közvetlen követő rezgési csomóknak egymástól távolsága  $l$  nem egyéb, mint félrezgési hullám, az egész rezgési hullám lesz  $= 2l$ ; továbbá ugyanazon hosszrezgési hullám nem egyéb, mint a rezgés által  $c$  sebességgel, egy rezgésnek  $t$  ideje alatt, egyenletes mozgással megfutott tér, azaz  $ct$ , léssen  $ct=2l$ , és innét  $c = \frac{2l}{t}$ ; de ezen arányból  $t:1'' =$

$1:n$  (407),  $t = \frac{1}{n}$ ; mit az előbbi egyenletben helyettesítvén, lesz  $c = 2ln$ .

Ebből kitetszik: hogy ha bizonyos anyagú húrban, vagy vesszőben, pontosan



megmérték a két rezgési csomó' egymástóli távolsága  $l$ , és az adott zöngéjéből meghatároztatik az egy mperczre eső rezgések' száma  $= n$ , azonnal megtudhatni  $c$  sebességet is, mellyel a hosszrezgés ezen bizonyos anyagban halad. Ha pedig két különböző anyagokra nézve csak a viszonyos sebesség kerestetnék, elég lenne azon anyagokból két egyenlő hosszúságú vesszőket venni, s mind a kettőt hasonló rezgésbe hozván adott zöngéjükből a rezgések' számát  $n$  és  $n'$ -et meghatározni; mert ezen esetre lesz  $c : c' = n : n'$ ; s ha  $c'$  sebesség egyik anyagban mérték' egységeül vétetik, lenne a másik anyagban  $c = \frac{n}{n'}$ . A hosszrezgések' haladási sebességének imént fölhozott kitételei a keresztrezgések' sebességének kitételére is egyenlően használtathatók.

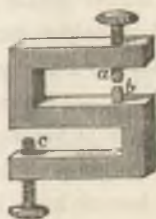
415) A hosszrengésbe hozott vesszőknek rezgési száma semmit sem függ a vesszők vastagságától, de annál nagyobb, minél rugékonyabb anyagból készitettek, és minél rövidebbek a vesszők. Nevezetesen: ha az egyik végen megerősített, s minden csomó nélkül rezgő vesszőnek bizonyos idő alatt végzett rezgési számát vesszük egynek, lesznek ezen vesszőnek, a mint vagy csomó nélkül, vagy egy, vagy két, vagy három stb. csomóval rezg, rezgési számai úgy, mint 1, 3, 5, 7... páratlan számok. Azon vesszőnek pedig, melly mindegyik végén megerősítettik, vagy középen tartva egy, kettő, három stb. csomóval rezg, rezgési számai 1, 2, 4, 6, ..... számsor szerint növekszenek.

416) *A vesszők' csavarrezgései.* Ezek előidézhetők, ha a hengeralakú vessző' egyik vége szorittyuban, vagy kézben tartatván, másik vége tekerintőleg dörzsöltetik. A csavarrezgések' száma egy anyagú, és hosszúságú vesszőkben átmérőjüknek négyzetével arányos, de mindig kisebb ugyanazon vesszőnek hosszrezgési számánál, s azért mélyebb zöngét okoz.

*Jegyzék.* Poisson, és Cauchy' elemzési vizsgálatai szerint a vesszők' kereszt, hossz, és csavarrezgései egymással olly szoros összeköttetésben vannak, miként egyenmű rezgések' számából, a másik nemű rezgési számokat is elméleti uton megtudhatni, mit a tapasztalás is igazol.

417) *Rugalmas lemezek' rezgése.* Egy rugalmas lemezt, például üveg-, vagy sárgarézből készültet keresztrezgésekbe hozhatni, ha az ujjak közt tartva, vagy a 192-dik rajzban ábrázolt csavarfogónak bőrrel, vagy parafával borított  $a$  és  $b$  részei közé szorítva, a félsimára köszörült szélén hegedüvonóval dörzsöltetik. Hogy ez által a dörzsölt lemez csakugyan rezgésbe hozatott, a dörzsölés alatt hallatszó erős hang tanusítja. A rezgő lemez mindig

több, vagy kevesebb részekre oszlik föl, melyek rezgéseiket el-  
192. rajz.

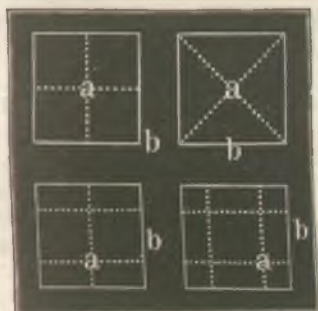


lenkező irányokban teszik, és egymástól a  
rezgési csomóvonalok által elválasztvák.  
Ezek láthatókká tétetnek, ha a fekkente-  
sen tartott lemez dörzsölés előtt száraz fő-  
vénnyel behintetik; mihelyest tiszta hang  
hallatik, a lemez rezgő részeiről elveretett  
fővénnyel annak csomó-vonalaira vonul, és  
azon szabályszerű idomokat képi, melyek  
fölfedezőjükről *Chladni hangképeinek*  
neveztetnek. A hangképek minősége függ a

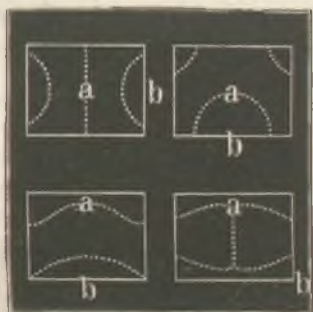
lemez formájától, a tartási, és dörzsölési pontok helyzetétől, vala-  
mint az erősebb, vagy gyengébb, sebesebb, vagy lassabb dörzsölés-  
től is elannyira, hogy ugyanazon lemezen igen nagy számú külön-

193. rajz.

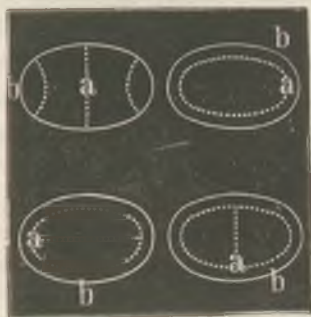
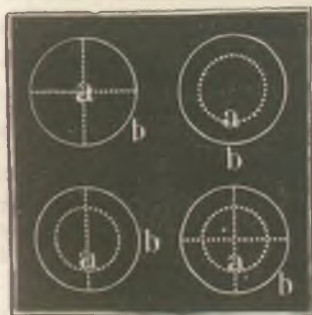
194. rajz.



195. rajz.



196. rajz.



böző hangképek előhozhatók, ha az említett körülmények egyike,  
vagy másika változtatik. Így a 193, 194, 195, 196. rajzokban jelen-

tett lemezeken, ha  $a$  pontnál tartatnak,  $b$  pontban pedig hegedűvonóval zsuroztatnak, a reájuk hintett fűvénnyel a lerajzolt hangképeket képzendi. Ha e célra legalább is egy látnyi oldalú, vagy átmérőjű sárgaréz lemezek használtatnak, azokon sokkal összetettebb hangidomok keletkeznek. — (*Lásd Pouillet's Lehrbuch der Physik, II. kötetének 62-dik lapját*). — Mi az egyenes lemezek felületén történik, azt a görbült lemezekben is, például harangokban tapasztalhatni. Ugyanis, ha egy megnedvesített üvegharang homokkal behintetvén vonó által rezgésbe hozatik, a homok két, három, vagy négy, a harang tetőjén egymást átvágó csomó-vonalakba áll össze, de a belső felület' csomó-vonalai, a külső felület csomó-vonalai közé esnek. E csomó-vonalak' szemléletéből kitetszik, hogy azok nem egyebek, mint a rezgő lemezek állóhullámaiknak eredménye; t. i. a zsurolás által keletkezett rezgési hullám a lemez' tömegén egész széleiig halad, azoktól visszaverődve a vele szemközt jövő új hullámokat átvágja, és az ekkép származott átvágási vonalak képzik a szóban forgó hangidomokat.

*Jegyzék.* Az eddig leírt csomó-vonalokon, vagy hangképeken kívül vannak még más mellékes hangidomok is, melyek a rezgő lemezekben csak akkor vétetnek észre, ha azokra igen finom por, például korpafű magja hintetik; ez t. i. *Savart* értelmezése szerint a rezgő lemez által eszközölt légmozgás miatt éppen azon helyekre tódul össze, melyeken legnagyobb a lemez' részeinek rezgése, és így az említett mellékes idomokat adja; légüres térben nem jelennek meg.

418) A lemezek' rezgéseinek száma, többi körülmények egyenlősége mellett, egyenesen függ a lemez' anyagának rugékonyságától. Egynemű anyagból készült, és hasonló alakú lemezek' rezgési száma a lemezek' vastagságával egyenes, többi megfelelő méreteiknek pedig négyzetével megfordított viszonyban vagyon. Ugyanegy lemeznek rezgési száma annál nagyobb, minél több csomóvonallal rezg; mert annál kisebb az egyes rezgési hullámok' hossza.

*Jegyzék.* A rugalmas anyagból készült edények akkor is rezgésbe hozhatók, ha bennük valamely egyenletes sűrűségű folyadék, például: víz, bor foglaltatik, de rezgési számuk annál inkább lejjebb száll, minél több folyadék töltetik belejük; mert annál mélyebb hangot adnak. Ellenben ha egy üveg-edény higánnyal, pezsgőborral, vagy pezsgővízzel töltetik meg, élénk álló rezgésbe nem hozható, s kocczantáskor megütött ólom tömeg gyanánt igen tompa hangot ad; mert a higany tömegének szerfölötti sűrűsége miatt, a származandó rezgéseket, mint valamely érintkezésbe hozott nagy tömeg, gátolja;

a pezsgő folyadék pedig belsejéből kifejlődő légbuborékok miatt puha test gyanánt működik.

## HARMADIK SZAKASZ.

### Hig nyug tan.

(*Hydrostatica*).

419) Hig nyug tan' tárgyát a csöpögő testek, vagyis folyadékok' egyensulyi állapota teszi. Ezekről már a 33-dik szám alatt mondatott, miszerint egyes részecskéik szerfeletti mozgékonyságuknál fogva a nehézségi erőnek engedvén, az őket foglaló edények' üregét tökéletesen betöltik. Továbbá a 37-dik szám alatt róluk bebizonyítotott, hogy részecskéik egymáshoz bizonyos összetartási, az őket érintő más testekhez pedig tapadási erővel vonatnak. Ennélfogva minden folyadék' egyensulyi állapota részint a nehézségi, részint az összetartási, és tapadási, egyszóval az elemi erőktől függ. Mind a két tekintetben vett egyensulyi állapot különös fejezetekben lészen tárgyalandó.

### I. FEJEZET.

**Folyadékok' egyensulyi állapota a nehézségi erőre nézve.**

420) A folyadékok' nehézségre nézve tekintelbe vett egyensulyi állapota két különböző szempontból vizsgálthatatik; miként t. i. az vagy a folyadék' részecskéinek egymásra, s nem különben különmemű folyadékokra gyakorolt hatásából származik; vagy a folyadék, és bele merített szilárd test között létező működéstől ered.

### I. Czikk.

**A folyadékok' egymás közti egyensulya.**

421) Föltevéen, hogy a folyadékokra csupán csak a nehézségi erő működik, *annak egyensulyi állapota akkor áll be, midőn fe-*



lőlete fekmentes síkot képez. Mert képzeljünk  $ABCD$  (197. rajz) edényben foglalt vizet, s tegyük föl előlegesen, hogy annak  $mn$

197. rajz.



felőlete nem fekmentes, akkor  $o$  részecskének  $op$  nehézségereje  $mn$  lapra nézve  $qp$  és  $oq$  erőkre bomlik fel;  $qp$ , minthogy  $mn$ -re merőleges, az ellenálló részecskék' áthatlanságával egyensúlyban van, s azért mozgást nem okozhat;  $oq$  pedig semmi ellenállást nem lelven, a különben igen mozgékony  $o$  részecskét  $mn$  lapon, mint lejtőn lefelé csúsztatja. Mi  $o$  részecskéről mondatik, áll az  $mn$  felület' mindannyi részecskéiről is, melyek mindaddig  $oq$  irányban legördülendnek, míg nehézségerejük' iránya az ujonnan képzett felületre merőleges nem lesz; mert csak ezen eselben szűnik meg a mozgást okozó  $oq$  erő; ugy de azon felület, melyre a nehézségi erő' iránya merőleges, fekmentesnek mondatik; tehát áll a fōnn kimondott állitmány.

*Jegyzék.* Ezen állitmány a nem szerfōlott nagy kiterjedéső folyadékra csak annyiban alkalmazható, a mennyiben annak a földgömbbel közös felőlete az őt érintő fekmentes síktól érezhetőleg nem különbözik; mert a nagy kiterjedéső folyadéknak, például tenger' felületének, az előbbi bebizonyítás nyomán is már nem fekmentesnek, hanem domborúnak kell lenni. Az igen szűk edényekben foglalt folyadék' felőlete sem mindig fekmentes, hanem többnyire vagy homorú, vagy domború szokott lenni; mint az alább előadandókból kiviláglik.

422) *A nyugvó folyadék' felőlete alatt létező részecskék a felsőbbektől nyomatnak lefelé, oldalvást, fölfelé, és így mindenfelé, és pedig minden irányban egyenlő erővel.* Ezen tétel' első részéről tapasztalati úton legkönnyebb meggyőződni. Ugyanis, ha a víztartó edény' feneekén, és oldalán nyílás történik, azon a víz annál sebesebben rohan ki, minél magasabbra vagy on felőlete a nyílás fölött; honnét láthatni, hogy a kilővellő vízrészecskék mind lefelé, mind oldalvást nyomást szenvedtek, különben a fölöttük létező víz' magasságához mért sebességet nem kaphatták volna. De nyomatnak ezen folyadék-részecskék fölfelé is; mert ha egy üvegcsőt, felső nyílását hüvelykkel befogván, függélyes irányban vízbe merítünk, ez a csőben létező lég' ellenállása miatt bele nem mehet, de mihelyest föltárjuk a felső nyílást, az alsón azonnal berohan, és a csőn kívüli víznek színéig felszáll; mi ismét a fölfelé ható nyo-

más nélkül meg nem történhetnék. Ezen igazság gyakorlatilag úgy is kimutatható, ha az egyenes üveg cső helyett minden irányban görbített vétetik, és az előbbi módon használtatik. Elméletileg pedig a folyadék' felülete alatt létező részecskék' minden iránybani egyenlő nyomtatását abból következtethetni, miként a fekmentes felületű folyadéknak minden részecskéi egyensulyi, azaz nyugvási állapotban vannak (421); már ezen nyugvási állapot lehetlen volna, ha azok minden irányban egyenlő nyomást nem éreznének; mivel mozgékonyaságuknál fogva szükségkép azon irányban gördülnének, mellynek ellenében kisebb volna a reájuk ható nyomás.

423) *Nyugvó folyadéknak minden részecskéje minden irányban nyomatik a fölötte létező víz szál egész súlyával.* Legyen  $ABCD$  (198. rajz) edényben víz, mellynek felülete  $mn$ . Ha ezen vízben képzelünk egy fekmentes  $EF$  lapot, és ezen lapban létező  $a$  víz-

198. rajz.



részecskét tekintetbe vesszük, nyilvános, miként az csak azon részecskék' sulya által nyomatik lefelé, mellyek fölötte függélyes irányban, tehát  $ma$  vonalban léteznek; mert ez a nehézségi erő' iránya. A lefelé nyomott  $a$  vízrészecske továbbá  $ma$  víz szál' sulyával hat az alatta létező vízrészecskére, melly áthatlansága miatt azon nyomásnak ellenszegül, azaz: ellenhat; mivel pedig az ellenhatás mindenkor egyenlő a hatással (243), következik: hogy  $a$  részecske fölfelé is  $ma$  víz szál' sulyával nyom-

matik. Végre az  $ma$  víz szál sulyával nyomott  $a$  részecske szerfölött nagy mozgékonyaságánál fogva a függélyes nyomástól oldalvást is menekedni törekszik, és így a mellette létező  $b$  részecskére akkora erővel hat, melly a reá nehézkedő függélyes  $ma$  víz szál' sulyával egyenlő; minthogy pedig a nyugvó folyadékban ezen törekvés dacára sem mozdul  $b$  felé, jele annak, hogy  $b$  részecske' ellenhatása  $a$  részecske' hatásához egyenlő; ennélfogva  $a$  részecske oldalvást is épen akkora nyomást érez, a mekkorának függélyes irányban vagyon alája vetve. Így tehát minden irányban a függélyesen reá nehezülő  $ma$  víz szál' sulyával nyomatik. Mi  $a$  részecskéről bebizonyított, minden egyéb ugyanazon fekmentes lapban létező vízrészecskére is alkalmazható, ha mindjárt a közvetlenül függélye-

sen fölötte nyugvó víz szál rövidebb is *am* víz szálnál. Így *b* részeske úgy nyomatik minden irányban, mintha fölötte  $db = ma$  víz nyugodnék; különben nem volna képes az *a* részecskére gyakorlott nyomással egyensúlyt tartani.

424) A nyugvó folyadékban képzett fekmentes lapra függőlegesen ható nyomás egyenlő a lap' területének, folyadék' függélyes magasságának, és fajsúlyának szorozatához. Legyen a nyugvó vízben képzett fekmentes lap *EF* (199. rajz), ennek *a* pontja nyomatik *am* víz szál' súlyától (422), mit jelenthetni *hs* kitétellel,

199. rajz.



ha t. i. *h* képviseli a nyomó víz szál' hosszát, vagyis a víznek *EF* lap fölötti függélyes magasságát, melyet az *a* pontra nehezkedő víz' részeskei képeznek, *s* pedig a folyadék' fajsúlyát jelenti. Ugy de *EF* lapnak a többi egyes pontjai is ugyanakkora víz szál súlyával nyomatnak; az egész lapra működő nyomás tehát kikerül, ha az egy pontra ható nyomás  $= hs$  annyiszor vétetik, a mennyi pont vagyon az *EF* lap' területében, azaz, ha *hs* szoroztatik az *EF* lap' területével, ezt egy betűvel nevezvén

*f*-nek, lesz az egész nyomás  $n = fhs$ . Így például: ha  $f = 4\text{□}'$ ,  $h = 6'$ , *s* pedig, ha az edényben létező folyadék, víz, egy köbláb alatt  $= 56,4 \text{ α}$  (31. I) lészen:  $n = fhs = 4.6.56,4 = 1353,6 \text{ α}$ .

Jegyzék. Mondottaknál fogva a folyadéknak minden fekmentes rétege annál nagyobb nyomásnak levén alája vetve, minél nagyobb a fölötte létezőnek magossága, méltán kérdezhetni: nem sűrűbbek-e a folyadékok' alantabb rétegei a felsőbbeknél? Ezen kérdésre legalaposabban a folyadékok' összenyomhatósága iránt *Perkins* és *Oersted* után *Colladon* és *Sturm* által tett kísérletek nyomán felelhetni. Ezek t. i. a folyadékok összenyomhatóságának kikutatása végett egy *piezometer* nevű, és a 200-dik rajzban ábrázolt *ab* üvegcsőt használtak, melly felső végén *a*-nál tölcser formára, alsó végén pedig *bc* henger- idomú edénykévé alakítva levén *a* és *c* pontok közti részében egyenletes üregű, és fél millimetrekre osztott léptékkel vagyon ellátva. Ezen cső, miután a léptéknek legfelsőbb rovatáig vízzel vagy egyéb nyomás alá teendő folyadékkal megtöltetett, és *a*-nál beleeresztett higanycsöppecske által elzáratott volna, beállítatik egy erős, hengeralakú, és vízzel töltött *AB* üveg edénybe egy hőmérővel, és *de* üvegcsővel együtt, melly *d* végén beforasztva, *e* nyílt végével pedig higanyt tartalmazó edénykébe illesztetve magában levegőt tartalmaz, és a létrehozott nyomás' nagyságának a mellette levő *fg* léptéken megmutatására alkalmas eszköz (miként ez az alább előadandókból



200. rajz.



kitűnend). Azután  $AB$  edény' nyílásába  $C, D, E, F$  betűkkel jelelt nyomó készüllet vízzárólag csavartatván, általa a szóval értelmezendő módon  $AB$  edénybe víz szoríttatik, mely a nyomást minden irányban egyenlően terjesztvén nemcsak az  $AB$  edényben létező vizet, hanem az  $ab$  csőbe foglalt folyadékot, valamint a  $de$  csőbe zárt levegőt is kisebb térfogatra kényszeríti a nélkül, hogy ezen csők' belfoglalatában észrevehető változás történhetnék. Az ekkép eszközölt nyomás' nagyságát a  $de$  csőben fölemelkedő higanyoszlop' magossága légköri nyomásokban (egy négyszög ujnyi lapra ható légkörnyomást  $12\frac{1}{2}$  fontra számítva) a piezometerbe zárt folyadék' összenyomatását pedig a fölötte létező higancsőpeccskének  $ac$  csőbeni leszállása milliméterekben mutatja. Ha  $ac$  cső' és  $bc$  edényke' belfoglalatainak egymásiránti viszonya pontos meghatározás' nyomán ismeretes, könnyű kihozni: eredeti térfogatának hányadrészevel nyomatott össze egy légköri nyomás által a piezometerbe zárt folyadék. E módon a levegőtől forrás által megtisztított víz *Sturm* és *Colladon* kísérlete nyomán 1 légköri nyomásra a fagyponthévírsék alatt 48 milliomnyi részével nyomatott össze. Ezen kísérletben az is vétegett észre, hogy a víz' összenyomatása, míg a nyomás kevés számú légköri

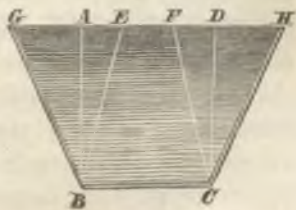
nyomásokra szorítkozik, magával a nyomással egy arányban nő, a növekedő hévírsékekkel pedig kisebbedik; így  $10^{\circ} C$  alatt 1 légköri nyomással csak 42 milliomnyi részre nyomatik össze; a nyomás' megszűntével pedig előbbi térfogatát tökéletesen visszafoglalja. Mind ez a víztől különböző egyéb folyadékokban is, ámbár némi különbözősékekkel tapasztaltatott. Ennélfogva bizonyos korlátok között működő nyomó erőkre nézve a folyadékok tökéletes rugékony testek gyanánt tekinthetők; minthogy azonban összenyomatásuk az egész térfogatukra nézve igen csekély, gyakorlatilag össze nem nyomathatóknak, és így az alantabb rétegeik is a felsőkkel egyenlő sűrűségűeknek szoktak vétetni.

425) *A nyugvó folyadék által bármely alakú edény' fenekére gyakorlott nyomás szintén egyenlő a nyomott fenék' területének, fölötte létező folyadék' magasságának, és fajsúlyának szorzatához.* Legyen

201. rajz.

a)  $ABCD$  (201. rajz) egy függélyes oldalú, és hasáb- vagy henger-alakú, folyadékkal  $AD$ -ig telt edény. Minthogy ezen edényben létező folyadéknak minden sekmentes lapja, tehát a legalsó is, mely az

*Jedlik Természettan I. k.*





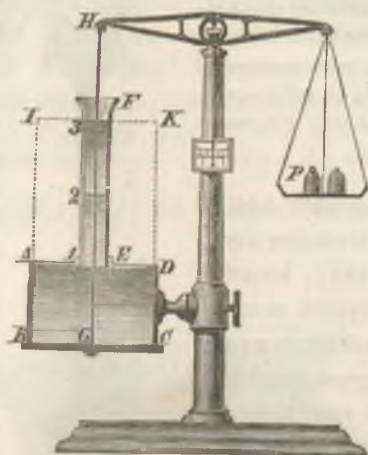
edény'  $BC$  fenekét közvetlen érinti, nyomatik azon súly nagysággal, melly  $fhs$  kitétellel jelentetik (424), nyilvános, miszerint jelen esetben az edény' feneke is azon nyomást szenved; de ekkor  $f$  jelentendi az edény' fenekének nyomott felületét,  $h$  a nyomó folyadék'nak a fenék fölötti függélyes magasságát,  $s$  pedig a folyadék' fajsúlyát. Az egész  $fhs$  szorozat pedig nem egyéb, mint az  $ABCD$  edényben létező folyadék' sulya. Honnét látható, hogy a függélyes oldalú edény' feneke az edényben létező folyadék' egész sulyával nyomatik.

b) Ugyanakkora marad a fenékre működő nyomás, ha a függélyes oldalú edény az előbbi  $BC$  fenék fölött  $EBCF$  fölfelé összeálló oldaluvá alakittatik, és  $EF$ -ig ugyanazon folyadékkal megtöltetik; mert ez által a  $BC$  lapra ható nyomás' tényezőji közül egyik sem változott. Miből következik, hogy az összeálló edény' feneke nagyobb erővel nyomatik, mint az edényben létező víznek sulya.

c) Végre nem változik a  $BC$  fenékre gyakorlott nyomás, ha fölötté  $GBCH$  szétálló, és az előbbi folyadékkal  $GH$ -ig töltött edény gondoltatik; mert a nyomást létrehozó tényezők közül ezen esetben sem változott egyik is. Mi onnét is könnyen átlátható, mivel az  $ABCD$  folyadék-tömeg egyenesen a fenék által tartatik, tehát azt egész sulyával nyomja,  $ABG$ , és  $DCH$  folyadék-tömegek pedig a fenék' nyomására épen nem hatnak; hanem csak  $ABCD$  tömeget a szétfolyástól gátolván az edény' oldalai által tartatnak. Ennélfogva a szétálló edény' feneke kisebb erővel nyomatik, mint a benne létező folyadék' sulya.

426) Az edény' fenekére ható nyomás' nagysága tehát nem függ az edény' alakjától, vagy a benne létező folyadék' mennyiségétől, hanem csak a fenék' nagyságától, a benne foglalt folyadék' magasságától, és fajsúlyától, mit a következő kísérlet által is kitüntethetni: Legyen  $ABCDEF$  edény (202. rajz), mellynek  $ABCD$  tág része sárgarézből,  $EF$  szük része pedig czélszerűen üvegből áll; ez utolsó annyi részre van fölosztva, a mennyiszer a tág résznek  $AB$  magassága benne találatik. Továbbá határoztassék meg egyszer mindenkorra az edény' tág részét betöltő víz' sulya  $= p$ , és magára az edényre jegyeztessék föl. Ha ezen edény valamelly alkalmas ágasra függélyesen megerősítetett, mozgékony  $BC$  feneke pedig,

202. rajz.



mellynek az edény' alsó párká-  
nyával vízzárólag összezsizol-  
va lennié kell,  $GH$  vessző által  
egy mérleg' egyik karjára akasz-  
tatván, a másik karral egyen-  
súlyba hozatott, tétessék a  
mérleg' csészéjébe az ismert  
nagyságú  $P$  súly. Ez a mozgé-  
kony  $BC$  feneket akkép nyom-  
mandja az edény' alsó párká-  
nyához, miszerint annak tág  
részét vízzel tökéletesen meg-  
tölthetni, a nélkül, hogy belőle  
legkevesebb is kifolya. Ha  
pedig a víz az edény' szűk ré-

szébe 1 jelen felül töltetik,  $BC$  fenék az edény' párkányától elválík,  
és a vizet kibocsátandja, de csak addig, míg annak színe 1 jelig le  
nem száll. Miből látható, hogy az edény'  $ABCD$  tág részében foglalt  
víz  $BC$  feneket ön súlyához egyenlő erővel nyomja; mert nyomása  
a súlyához egyenlő  $p$  mérték-súlylyal egyensúlyt tart. Ha a mérleg'  
serpenyőjére  $2p$ -nyi súly tétetik, akkor az edény' szűk részébe csak  
2 számú osztály-jelig lehet vizet tölteni; valamint akkor is, midőn  
a mérleg' csészéjébe  $3p$ -nyi, vagy  $4p$ -nyi mértéksúly helyeztetik,  
az edény' szűk részébe illetőleg 3 vagy 4 számú osztályig tölthetik  
a víz kifolyás nélkül, annak szembeszökő jeleül, hogy azon kevés  
mennyiségű víz, melly az edény  $EF$  szűk részébe fér, annak  $BC$   
fenekét nagyobb erővel nyomja, mint az edény  $ABCD$  tág részébe  
foglalt nagyobb mennyiségű víz, és pedig épen annyiszor nagyobb-  
bal, mennyiszer magassága, ennek magasságát fölűlmulja; vagyis  
az  $ABCDEF$  edényben létező víz annak  $BC$  fenekét épen ugy  
nyomja, mint  $IBCK$  edényben ugyanazon magasságú víz nyo-  
mandná. A régiek ezen állítást, mellynek igazságát a tapasztalás  
utján ismerték, de elméletileg által nem látták, *higtani képtelen-  
ségnek* nevezték.

*Jegyzék.* A folyadék által fenékre gyakorlott nyomáson alapszik *Real  
sajtója*. Áll ez egy henger-alakú  $abcd$  (203. rajz) edényből. Ennek sűrűen át-  
lyukgatott  $cd$  fenékre tétetik valamelly apróra tört anyag, mellynek némelly  
részei víz által volnának kivonandók, az anyag fölébe helyeztetik  $ef$  szintén

átlikacsozott mozgékony lemez. Azután az edényre légzárolag csavartatik az *ab* fűdél, mely körülményekhez alkalmazott hosszúságú *gh* cső által *ik* víztartóval közösül; kinyitván *g* és *l* csapokat, a lefolyó víz tetemes nyomást gyakorol a behelyezett anyagra, s rajta át szivárogván, belőle a kivonandó részeket *l* csapon az alája helyezett *m* edénybe viszi.

203. rajz.



427) Minthogy a nyugvó folyadék' felülete alatt létező részecskék a felsőbbektől minden irányban egyenlő erővel nyomtatnak (422), következík, hogy az edényben létező folyadék nemcsak az edény' fenekét, hanem annak oldalát is nyomja. A merőleges oldalnyomás' nagysága ekképen található föl. Legyen *ABCD* (204. rajz) valamelly edénynek függélyes, és rövidség okáért egyenközény alakú oldala. — Képzeljük ezen oldal' felületét *AB* vonallal egyenközü vonalakkból állani. Az *AB* vonalnak legalsó pontját érintő *B* vízrészecske nyomatik a fölötte nyugvó *AB* víz-szál' egész súlyától függélyes irányban (424); tehát *MB* fekmentes irányban is; hasonlókép *AB* vonalnak *E* pontja a mellette létező vízrészecskétől nyomatik *NE* irányban *AE* vízfonal súlyával. Föl-

204. rajz.



tevéen, hogy  $MB = AB$ -hez, és  $NE = AE$ -hez, *MB* és *NE* vonalok képviselhetik a *B* és *E* pontokra fekmmentesen, és egyszersmind merőlegesen nyomó víz-szálakat, és hasonlókép, ha *A*, *N*, *M* pontokat egy vonallal összekötjük, az eredett *ABM* háromszög' rendékei együtt véve, azaz ezen háromszög' területe képviselheti az egész *AB* vonalra merőlegesen

nyomó víz' mennyiségét. De  $ABM \triangle$  területe  $= \frac{AB \cdot MB}{2}$ ; sulya pedig

lesz:  $= \frac{AB \cdot MB \cdot S}{2}$ . Ezen sulylyal merőlegesen nyomatik az oldalnak *AB* vonala; mivel pedig az egész oldalt számtalan illy vo-

nalokból állani képzeljük, megkaphatjuk a reá működő nyomást, ha  $AB$  vonalra ható nyomás annyszor vétetik, a mennyi pont találta-  
tik  $ABCD$  oldal' hosszában; azaz ha  $BC$  oldal' hosszával szo-  
roztatik, lesz tehát az egész oldalra merőlegesen működő nyomás

$$n = \frac{AB \cdot BC \cdot MB \cdot S}{2}. \text{ Ugy de } AB \cdot BC \text{ nem egyéb, mint az oldal'}$$

felülete  $= f$ ;  $MB$  pedig  $= AB$ -hez, vagyis az edényben létező

víz' magasságához; ezt jelent-  
vén  $h$ -val, lesz még a kerc-

205. rajz.



sett oldalnyomás  $n = \frac{fhs}{2}$ . Ezen

kitétel jelenti a ferde állású  $ABCD$  (205. rajz) oldalra ható merőleges nyomás' nagyságát is, mit az imént használt okos-  
kodás után szintén bebizonyít-  
hatni.

428) Innét  $e$  nevezetes igazságokat következtethetni:

a) Hogy az egyenes szögletű oldalra működő merőleges nyo-  
más egyenlő azon szorozathoz, melly az oldal' területéből, a folya-  
dék' fajsúlyából, és a nyomott oldal' területének súlypontja fölött

álló folyadéknak függélyes magasságából keletkezik; mert  $\frac{h}{2}$  mind a

204, mind a 205. rajzban nem egyéb, mint a nyomott oldal súly-  
pontján fölötti folyadék' függélyes magassága. All ezen igazság bár-  
mely alakú oldalra ható, merőleges nyomásról is; azt azonban egy  
kevésbé terjedelmesb úton szokás bebizonyítani.

b) Hogy  $ABCD$  (204 és 205. rajzok) oldalra működő merő-  
leges nyomás csak fele azon nyomásnak, mellyet ugyanazon terü-  
letű fenék a folyadéknak ugyanazon magassága mellett tart ki.

c) Hogy az oldalvásti merőleges nyomás mindenkor nagyobb  
az oldalra függélyesen támaszkodó folyadék' súlyánál. Ugyanis a függé-  
lyes oldalú edény' oldalára semmi folyadék sem támaszkodik, s még-

is a nevezett nyomás  $= \frac{AB \cdot BM \cdot BC \cdot S}{2}$ ; a ferde oldalú edény' olda-

lára (205. rajz) függélyesen támaszkodó víz sulya  $= \frac{AB \cdot BE \cdot BC \cdot S}{2}$ ,



mi szembetűnőleg kisebb az imént jelentett merőleges nyomásnál (427).

d) Hogy az oldalvásti merőleges nyomás' nagysága az edényben létező folyadék' mennyiségétől nem függ; tehát lehetséges, miként kevés mennyiségű folyadék az oldalra igen nagy nyomást gyakoroljon, és megfordítva.

*Jegyzék.* Ismervén az oldalvásti merőleges nyomás' nagyságát, könnyű az oldalra fekkentes, vagy függélyes irányban működő nyomást is föltalálni. Mert az egész  $ABCD$  (206. rajz) oldalra merőleges nyomást  $n$ , fekkentes nyomást  $h$ , és függélyes nyomást  $v$  betűkkel jelentvén, képzeljük a merőleges

206. rajz.



nyomást a nyomott oldal' valamely pontjára (a nyomás' középpontjára) összesítve, és  $n$  vonal által képviselve, lehet azt mint erőt egy fekkentes, és egy függélyes nyomásra felbontani, *nhv* háromszög szerkezése által. De ezen háromszögnek  $ABE$   $\triangle$ -geli hasonlatossága miatt áll:

$$h : n = EB : AB, \text{ innét}$$

$$h = n \cdot \frac{EB}{AB}; \text{ } n \text{ értékét 427 számból helyettesítvén :}$$

$$h = \frac{AB \cdot BC \cdot MB \cdot EB \cdot S}{2 \cdot AB}; \text{ s mivel } MB = EB, \text{ lesz :}$$

$$h = \frac{BC \cdot EB \cdot EB \cdot S}{2};$$

czen kitételben  $BC \cdot EB$  nem egyéb, mint a nyomott oldalnak fekkentes vetülete (*projectio*) =  $EBCF$ ,  $EB$  pedig a nyomó folyadék' függélyes magassága; tehát: *a ferde oldalra fekkentesen ható nyomás épen akkora, a mekkora volna az oldal fekkentes vetületére merőlegesen működő nyomás.*

Továbbá áll még:

$$v : n = AE : AB, \text{ innét}$$

$$v = \frac{n \cdot AE}{AB}, \text{ vagy}$$

$$v = \frac{AB \cdot BC \cdot MB \cdot AE \cdot S}{2 \cdot AB}, \text{ s mivel}$$

$$BC = AD \text{ és } MB = EB : \quad v = \frac{AD \cdot AE \cdot EB \cdot S}{2};$$

de  $AD \cdot AE$  nem egyéb, mint a nyomott oldalnak függélyes vetülete =  $AEFD$ ; tehát: *a ferde oldalra függélyesen működő nyomás egyenlő azon folyadék' súlyához, melly az oldalra függélyesen támaszkodik.*

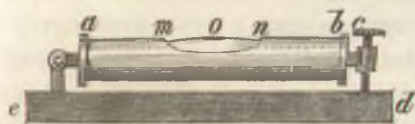
429) Ha az edénybe ollyféle folyadékok töltetnek, mellyek nem elegyülnek, vagy ha természetüknél fogva elegyülhetők is, de

olly ovatossággal töltetnek, hogy ne elegyülhessenek; akkor azok a kisebbedő tömötségeik, vagy fajsulyaik szerint települnek egymás fölé, az érintkező felületeik fekmentesek maradván. Ugyanis ha a kevesbé tömött folyadék fölébe egy nagyobb tömötségű folyadékot tétetni képzelünk, a ritkább folyadék' részecskéi a fölötte létező sűrűbb folyadéktól lefelé nyomatván, mozgékonyságuknál fogva oda sikamlanak, a hol ezen nyomást kikerülhetik; sikamlanak tehát fölfelé; mert ezt a fölötte gondolt sűrűbb folyadék mozgékonyságánál fogva nem gátolhatja; és így a ritkább folyadék felsőbb, a sűrűbb pedig alantabb helyet foglal el, érintkező felületeik pedig 421-dik szám szerint fekmentes sikot képeznek. Így ha egy üvegedénybe haméleg-olvadék, terpentín olaj, borszesz, és levegő tétetik, az elősorolt rendben egymásra települnek, s a régiek *elemi világát* (mundus elementaris) teszik, és ha mindjárt erőszakos rázással zavaros zagyvalékká (chaos) változtatnak is, kevés idő múlva ismét egymás fölé rakóznak. Ha azonban igen szűk edénybe, például: vékony üvegcsőbe különböző sűrűségű folyadékok egymás fölé töltetnek, az imént értelmezett törvényt meg nem tarthatják; mert az edény' keskenysége miatt részecskéik nem bírnak elegendő mozgékonyssággal.

*Jegyzék.* A főnebbi törvényen alapul:

a) A mértani gyakorlatban használtatni szokott *lejt mérő*. Áll ez egy igen keveset görbitett, borszeszszel csaknem tele töltött, és beforrasztott üvegcsőből, mely sárgarézről készült *ab* (207. rajz) csőbe akkép illetetvén, miként domborodása a cső' oldalán vágott *mn* nyílásba essék, *c* csavar segítségével olly helyzetbe hozatik, hogy *o* pontjának érintője *ed* aly' alsó lapjával

207. rajz.



egyenközű legyen. Ha ezen készüllet fekmentes lapra tétetik, a bezárt borszesz fölött uszkáló légbuborék a cső legmagasb helyén, tehát a közepén *o*-ban állapodik meg; különben pedig vagy *m* vagy *n* felé huzódik, a mint vagy

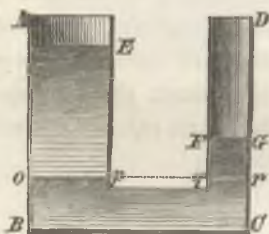
az vagy ez magasabban áll. Ebből világos, hogy ezen eszközt majd valamelly lapnak fekmentesítésére, majd annak kikémlelésére, fekmentes-e valamelly lap, vagy sem, szokás használni.

b) Azon tünemény, mely a francziáktól *Passerín*-nek nevezett eszközben látható. Áll ez egy szűk csővel összekötött üveg-edényből. Ha a cső' vége, mintán az edénnyel együtt vízzel megtöltötött, más, festett borszeszt, vagy víznél könnyebb bort foglaló edénybe mártatik, a csőben azonnal

kettős folyam léssen észrevehető, t. i. a cső' üregének egyik felén a víz lefelé, másik felén pedig a bor, vagy borszesz fölfelé mindaddig szívárog, míg a víz, mint sűrűbb folyadék az alantabb helyet el nem foglalja. Hogy ezen kísérletben a különben egymáshoz rokonsággal viseltető folyadékok össze nem vegyülnek, csak a lassú mozgásuknak tulajdoníthatni. A folyadékoknak illyféle egymáson keresztüli mozgását még akkor is tapasztalhatni, midőn valamely üveg edényben különböző sűrűségű folyadékok öntetnek össze, vagy ha az üveg edényben létező folyadék' alsó része megmelegíttetik; mert a meleg által kiterjedt részecskék fölfelé törekednek.

430) Az eddig mondottakból már kipuhatólhatni a közösülő edényekben, vagy csőkben foglalt folyadékok' egyensulyi állapotát illető szabályokat is. Képzeljünk e czélra *AB* és *CD* (208. rajz) közösülő, és nem igen szűk edényekbe két különfajú, és egymással nem keveredhető folyadékot, például: vizet, és higanyt öntetni.

208. rajz.



Ezen folyadékok egyensulyi állapotukban egymást valamely *op* lapban fogják érinteni, és felületük egyenként véve sekmentes síkban feküdni (421); de mint előre gyanítani lehet, *AE* és *FG* felületeik az érintkezés' *op* lapjától különböző nagyságokban létezendnek. Mert nevezvén *AB* csőben foglalt folyadéknak *op* lap fölötti magasságát *H*-nak, és fajsúlyát *S*-nek,

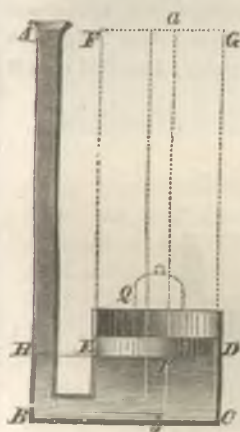
*CD* csőbeni folyadéknak pedig ugyanazon *op* lap' fölötti magasságát *h*-nak, és fajsúlyát *s*-nek, lesz azon nyomás, melyet *AB* cső' folyadéka *op* lapra gyakorol:  $N = op \cdot H \cdot S$  (424); és hasonlóképen azon nyomás, mellyel *CD* cső folyadéka ugyanazon érintkezési *op* lapra működik, léssen  $n = op \cdot h \cdot s$ ; ugy de ezen nyomásoknak egyensulyi állapotban egyenlőknek kell lenni, különben *op* lap vagy le, vagy fölfelé mozdulna; tehát  $N = n$ , vagy  $op \cdot H \cdot S = op \cdot h \cdot s$ ; megrövidítve:  $HS = hs$ ; innét pedig áll:  $H : h = s : S$ , azaz: *a közösülő csőkben foglalt folyadékoknak az érintkezési lapon fölötti függélyes magasságaik fajsúlyaikkal megfordított viszonyban állanak.* A víz' magassága tehát, mivel fajsulya 14-szer kisebb a higanyénál, ugyanannyiszor nagyobb leend a higany' magasságánál.

Ha a közösülő csőkbe egyfajú folyadékok töltetnek, akkor fajsulyaik egyenlők, avagy  $s = S$ ; lesz tehát  $H = h$ , azaz: *a közösülő csőkben létező egyfajú folyadékok' felületei egy sekmentes*

*síkban fekszenek.* Ezen törvény áll minden tekintet nélkül a csők' szűkebb, vagy tágasb üregére nézve. Lehetséges tehát, hogy egy tág edényben foglalt nagy mennyiségű vízzel nagyon csekély víztömeg tartson egyensúlyt, ha t. i. ez a tág edénnyel közösülő vékony csőben létezik. Ezen állításnak látszó képtelensége azonnal megszűnik, mihelyest meggondoljuk, hogy valódilag a vékonyabb vízoszlop csak a vele egyenlő vastagságúval tart egyensúlyt, a többi mennyiségre nézve pedig azt a tágabb csőnek oldalai, és fenéke eszközlik.

431) Közösüljön  $AB$  vékony cső (209. rajz) egy tág  $CD$  edénnyel, mellynek nyílása  $ED$  fenékkal vagyon elzárva. Ha  $AB$  csőbe mindaddig töltetik víz, míg mind a cső, mind az edény meg nem telt: akkor a vékony csőben foglalt kevés mennyiségű víz  $ED$  fenéket fölfelé

209. rajz.



$DEFG$  vízoszlop' súlyához egyenlő erővel nyomja, melly oszlopnak alapját a nyomott fenék' területe, magasságát pedig a vékony csőben létező vízoszlopnak ezen fenék fölötti hosszúsága teszi. Ennek értelmezéseül képzeljük  $AB$  csőnek  $DC$  edényben is folytatását, hogy legyen  $ABbf$ ;  $HB$  vízoszlop egyensúlyt tart a vele egyenlő vastagságú és magosságú  $bf$  vízoszloppal,  $AH$  vízoszlop pedig  $af$  vízoszloppal tartana egyensúlyt (430); minthogy azonban ezen vízoszlop hiányzik, s helyette  $ED$  fenék alkalmazva vagyon, területének  $AB$  cső' háránt met-

széséhez egyenlő része  $f$ -nél  $AH$  vízoszlop' hatása által akkora erővel nyomatik fölfelé, melly különben  $fa$  vízoszlopot volna képes tartani; de ugyanakkora erővel nyomatnak  $ED$  fenék' felületének a többi azon nagyságú részei is; mert  $f$ -nél a fenékhez nyomott vízréseceskék szerfölötti nagy mozgékonyságuknál fogva mindaddig gördülnek  $ED$  fenék' egyéb pontjai felé, míg mindegyiktől az  $f$ -nél tapasztalt ellenálláshoz egyenlőre nem találhatnak. Ennek megtörténtével megvan az egyensúlyi állapot, mellyet  $ED$  fenék  $AH$  vízoszloppal épen úgy tart, mint azt a fenék helyett alkalmazott  $DEFG$  vízoszlop eszközölné; de ezen  $DEFG$  vízoszlop, midőn  $AH$  víz-

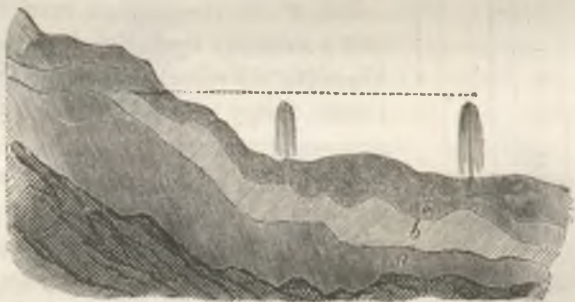


oszlop által tartatnék, fölfelé csakugyan tulajdon súlyához egyenlő nyomást szenvedne; tehát *DE* fenék is *DEFG* vizoszlop' súlyával nyomatik fölfelé. Mit kísérlet által is könnyű bemutatni. Alkalmaztassék e célra *ED* fenék helyett *DC* edény' nyílásába egy körényalakú, de vízzárólag föl s alá mozgékony dugattyú. Ez *AH* vizoszloppal csak akkor tartand egyensúlyt, ha reája *EDFG* vizoszlop súlyával egyenlő *Q* terhelmény tétetik.

*Jegyzék.* A közösülö csök' előadott törvényén alapul:

a) *A közösleges, és arteziai kutak' víztartalma.* A közösleges kutak folyók' medreivel homokos, és kavicsos rétegek által közösülnek, s azért a bennök létező víz' magassága a közösülö folyó' vizének magasságától függ. Hasonlókép az arteziai kutak is csak csök, melyek a föld gyomrába azon mélységig furatnak, míg valamely a föld színéről lejtősen levonuló homokos, vagy kavicsos réteggel közösülésbe nem jönnek. Minthogy illyféle rétegek a leszivárgó eső, és hóvíz által többnyire megtelve vannak, az a beléjük furt csőben is azon magasságra hág, mellyel a közösülö víztartó rétegben bir, sőt sokszor tetemes magasságú ugró kutat is képez. Lásd erről 210-dik rajzot, mellyben *a* agyag vagy kő, *b* fővény vagy kavics, *c* kő, *d* pedig töltött föld réteget jelent.

210. rajz.

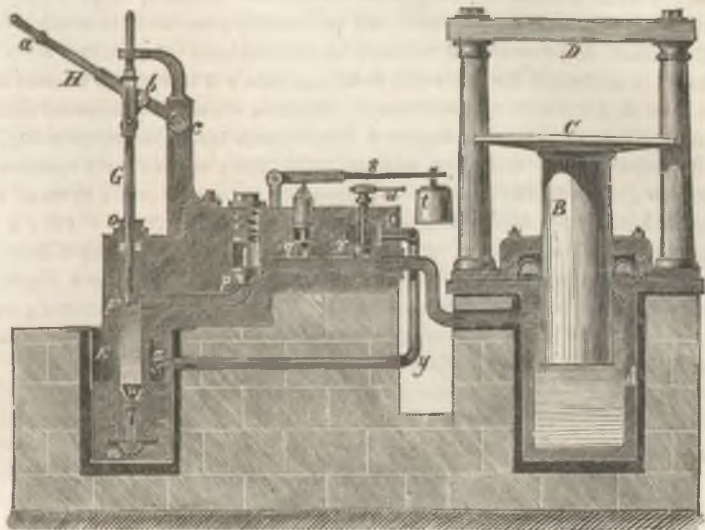


b) *Volfféle boncz-emelő*, melly nem egyéb, mint a 209 rajzban ábrázolt készülék, azon különbséggel, hogy *ED* fenék helyett nyílására valamely állati hártya erősen köttetik. Ez az *AB* csőbe töltött víznek fölfelé ható nyomása által nagy erővel kifeszül, és így a bonczolásra alkalmatossabbá tétetik, honnét bonczemelőnek neveztetett.

c) *Vízajtó*, melly *Bramah* által 1796-ban találatott föl. Ez a 431-dik szám alatt tárgyalt, és 209-dik rajzban jelentett készüléttől csak abban különbözik, hogy benne azon szerfölött magas vizoszlop, melly valamely nagy nyomás eszközlése végett megkívántatnék, kézi erő által pótoltatik. Részei e következők: *A* (211. rajz) egy üres hengeralakú és vasból vagy ágyu anyagból készült edény, mellynek üregébe ugyanazon anyagból kellően kisímitott *B* tömör henger vízzárólag vagyon illesztve. Ezen henger' felső része erős *C* vaslapban végződik, mellynélfogva a nyomást nagyobb területű testekre is eszkö-

zölhesse. *A* edény' nyílásának felső párkányára *B* henger körül négy erős vas-

211. rajz.



oszlop vagyon erősítve (a rajzban, mivel a készülék függélyes metszetét mutatja, csak kettő látható), és azoknak felső végeik vastag *D* vaslappal összefoglalvák. *E* egy víztartó edény, mellybe *F* köpü merül; ez legalól egy félgömb alakú, *s* átlukgatott *m* lemez födővel, valamicskével fölebb pedig fölfelé nyíló *n* szellentyűvel vagyon ellátva. Ugyanezen *F* köpübe a felső végénél látható *o* zárószelenczén keresztül egy a köpü átmérőjénél jóval kisebb átmérőjű *G* fémhenger megy, melly *H* emeltyű által föl s alá mozgatható. Továbbá *F* köpü ürege *A* köpü üregével egy vízvezető görbe csatorna által közösül, mellyben *p*, *q* és *r* mindannyian fölfelé nyíló szellentyűk láthatók; *p* szellentyűt tekercs-rugony, *q* szellentyűt a reá illesztett *s* emeltyűnek *t* terhelménye, *r* szellentyűt pedig *u* fogattyúval ellátott csavar szorítja az általuk bezárandó nyílásokra. Végre azon üreg, melly *r* szellentyű fölött látszik, vízcső által *E* edénnyel vagyon közlekedésben. Ezen készülék következőkép használtatik: fölhúzatván *H* emeltyűnek segítségével *G* henger, *n* szellentyű fölemelkedik, és a vizet *F* köpü üregébe bocsátja; ellenben letolatván *G* henger, *n* szellentyű fölemelkedik, és a vizet *F* köpü üregébe bocsátja; ellenben letolatván *G* henger, *n* szellentyű leszáll, a magát összenyomni nem engedő víz pedig az útjában álló *p* szellentyűt fölemelvén *A* köpü üregébe *B* henger alá tódul, és azt fölhajtván a *C* és *D* lapok közé helyezett tárgyat tetemes erővel összenyomja. Ha *G* henger ismét fölhúzatik, az *A* köpübe szorított víz a lefelé zárkodó *p* szellentyű miatt *E* edénybe vissza nem folyhat, ennélfogva a már létrehozott nyomás nem szűnik meg, sőt *G* hengernek folytatott föl és letolásával mind inkább nagyobbodik, míg végre a *q* szellentyűre ható *t* terhelmény-

nek ellennyomását fölül nem haladja; ekkor  $q$  szellentyű fölemelkedvén a nyomás' további növekedését, és a sajtó köpüjének szétrepedését lehetlenné teszi;  $s$  azért *biztosító szellentyű*-nek nevezetik. Bármely nagy legyen is ezen sajtó által eszközölt nyomás, azt az  $r$  szellentyűre ható csavarnak  $u$  fogattyú általi megeresztésével azonnal megszüntethetni; mert ekkor a víz  $A$  köpüből  $r$  szellentyű fölébe, onnét pedig  $xyz$  csőn a  $B$  hengernek tetemes súlya által  $E$  víztartóba visszanyomatik. Miként a víz sajtónak nyomási hatása annál inkább szembe tűnjék, legyen  $B$  dugattyúnak háránt szelvénye  $= 50 \square''$ ,  $G$  dugattyú' háránt szelvénye pedig  $= \frac{1}{2} \square''$ . Ezen esetben a víz nyomására befolyást gyakorló többi körülmények egyenlők,  $s$  csupán csak a nyomott területek különbözők lévén, lesz  $n : N = \frac{1}{2} : 50$ , vagy  $n : N = 1 : 100$ ; a  $G$  dugattyúra ható nyomást  $n$ ,  $B$  dugattyúra működő nyomást pedig  $N$  betűvel jelentvén. Ha  $n$  nyomás  $G$  dugattyúra  $ac$  emeltyű által eszközöltetik, mellynek egész hossza  $= 30''$ ,  $bc$  része pedig  $= 3''$ , és az emeltyű mozgatására alkalmazott erő  $= 50 \mathcal{R}$ , akkor  $n$  nyomás ezen emeltyű  $b$  pontjára alkalmazott teher gyanánt leszen tekintendő; állani fog tehát:

$$50 : n = 3 : 30 ; \text{ honnét} \\ n = 500.$$

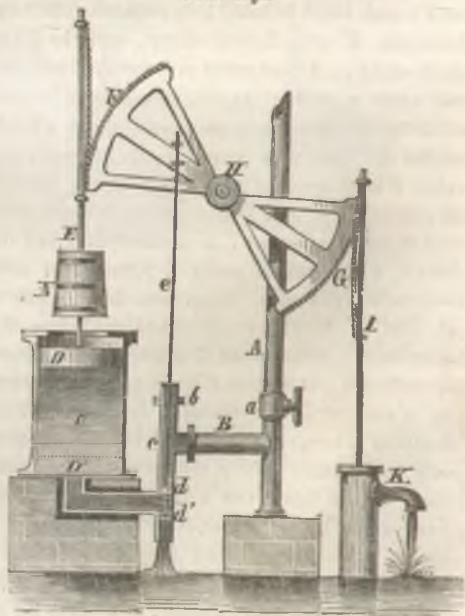
Ezen értéket  $n$  helyett az előbbi arányban használván, leszen:

$$500 : N = 1 : 100 ; \text{ honnét} \\ N = 50000 \mathcal{R}.$$

Minthogy  $B$  dugattyú ezen erővel nyomatik, az is ezen erőnagysággal nyomja a reája helyezett tárgyat, úmbár a mozgató erő csak 50 fontnyi.

212. rajz.

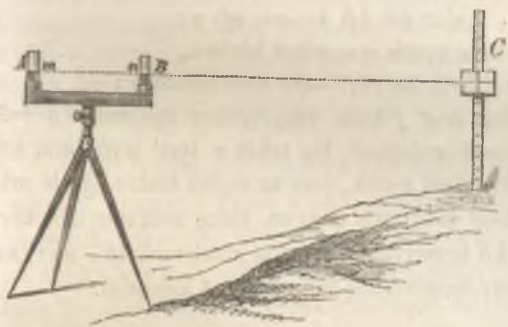
d) *A vízoszlopi erő-mű.* Fő részei következők:  $A$  (212.rajz) egy vízvezető cső, melly valamely forrásból, vagy víztartóból vízzel folyvást ellátatik; ebből a víz, ha  $a$  csapja nyitva van,  $B$  és  $c$  csöveken az üres henger-alakú  $C$  edénybe, úgynevezett *köpübe* folyván, annak üregét vízzárolag betöltő mozgékony  $D$  dugattyú' alsó felületére nyomást gyakorol, és azt a köpü' felső párkányáig fölemeli. Ha ekkor az  $A$  csőből folyó víznek útja elzáratik, a  $C$  köpüben létező víznek pedig kifolyás engedtetik, a fölemelt  $D$  dugattyú a reá



alkalmazott  $N$  nyomtaték segítségével a köpü' fenekeig ismét leszáll, és  $e$  föl, és lefelé tett mozgását  $E$  rud által mind magával a  $H$  támasz körül mozogható  $FG$  emeltyüvel, mind a vele  $I$  láncz által összekötött erőművekkel, például  $K$  vízszivattyúval közölheti. Miszerint  $E$  dugattyú majd az  $A$  csőből folyó víz működése által fölfelé, majd az  $N$  nyomtaték' súlyától lefelé kimért útját rendesen megtehesse,  $c$ -vel jelelt, és  $d$  dugaszszal ellátott segéd köpü szolgál alkalmas eszközül. Tudniillik  $d$  dugattyú  $b$  zárószelenczén (Stopfbüchse) víz-zárólag keresztül járható  $e$  rud által  $FG$  emeltyüvel ollyféle összeköttetésben áll, hogy midőn a főköpü dugattyuja legalsó  $D'$  helyzetében van,  $c-d'$ -ben létezzék. Dugattyúk' ezen állásakor az  $A$  csőből folyó víz egyenesen  $D$  dugattyú alá jut, és azt a rajzban látható helyzetbe fölnyomja; de ekkor a  $d$  dugattyú is  $d'$  helyzetből  $d$ -be ér, és az  $A$  csőből folyó víz útját elállván a főköpüben létezőnek tág kifolyási nyílást enged; a víz kifolyásával  $D$  dugattyú szállani kezd, s mikorra legalsó helyzetét elérte,  $d$  dugattyú is  $d'$  helyzetbe jött, és  $A$  csőből toduló vizet ujonnan  $D$  dugattyú alá eresztí, s. i. t. — Az imént leirt vízoszlopi erőmű egyszerű működésű; mert  $D$  dugattyú mozgása víz által csak fölfelé történik, lefelé pedig  $N$  terhelmény által eszközöltetik; vannak azonban kettős működésű vízoszlopi erőművek is, de ezeknek leírását rövidség kedvéért mellőzzük. (Lásd *Baumgartner's Mechanik, Wien 1834, 259. lap.* — *Rüst's Mechanik flüssiger Körper, 97. lap.*)

e) A közösülő csők lejt mérésre is használtathatók. Legyenek  $c$  célra használandó  $A$  és  $B$  (213. rajz) közösülő csők. Az ezekbe töltött viznek  $m$  és  $n$

213. rajz.



fölszínén valamely alkalmas távolságban felállított mértékre nézván, határozassék meg ezen azon pont, melyre az odáig nyújtott  $mn$  irányú látsugár esik. Ha annak  $C$  mértéken földszínétől távolsága, például 12 hüvelykkel kisebbnek találtatik, mint  $mn$  vonalé, világos, hogy a földszin a felállított mérték helyéig 12 hüvelyket emelkedett.

f) A közösülő csők' segítségével képesek vagyunk a vizet magasabb helyekről alacsonyabbakra még a közbeeső dombokon is keresztülvezetni, csak ezek magassága a víz befolyási magasságot meg ne haladják. A rómaiak ezen egyszerű alkalmazást vagy nem ismervén, vagy a csők' készítésében nehézségeket tapasztalván, roppant költséggel oszlopzatokra építék a különben nevezetes vízvezető csatornáikat.



## II. Czikk.

A folyadékok, és beléjük mártott szilárd testek közti egyensúly.

432) Ennek törvényeit kikutatandók képzeljünk  $ABCD$  (214. rajz) edényben foglalt víz alá buktatott  $abcd$  hasáb-alakú testet; az a körülötte létező víztől mind fekmentes, mind függélyes irányban nyomatik. A fekmentes nyomások egymást egyensúlyban tartják; mert minden fekmentesen nyomott pontnak egy átalellenes pont felel meg, melly ellenirányú egyenlő erővel nyomatik; ennél fogva úgy tekinthetők, mintha nem is léteznének. A test' felső felületére lefelé működő függélyes nyomás lesz  $= ad \cdot af \cdot s$  (425), alsó felületére fölfelé gyakorlott nyomás pedig  $= bc \cdot bf \cdot s$  (431). Mivel ezen nyomások ellenirányúak, lesz a fönnmaradott fölfelé

214. rajz.



ható nyomás:

$$n = bc \cdot bf \cdot s - ad \cdot af \cdot s;$$

$ad$  helyett téve  $bc$ -t, és a közös szorzókat kivéve,

$$n = bc (bf - af) s = bc \cdot ab \cdot s;$$

azaz: a vízbe merített test fölfelé függélyesen nyomatik a vele egyenlő térfogatú víznek súlyával. Ha tehát a test' térfogatát nevezzük  $v$ -nek, a víz' fajsúlyát  $s$ -nek, lesz az egész testre fölfelé működő nyomás általánosan kifejezve  $n = vs$ . Ezen bebizonyítás bármely szabálytalan alakú bemerített testre is alkalmazható, mert azt függélyes állású vékony hasábokból állónak lehet képzelni.

433) Minthogy a bemerített testre minden irányban működő víznyomásoknak eredménye a test által helyéből kinyomott víz' súlyához (melly az előbbi szám szerint  $= vs$ ) egyenlő, és függélyes irányban fölfelé ható nyomás, annak a bemerített test lefelé törekvő  $P$  súlya szükségképen ellenszegül. Ha ezen utóbbi az előbbivel egyensúlyban van, áll a következő egyenlet  $P = vs$ ; azaz: a folyadék alá merített szilárd test csak akkor tarthat a folyadék' nyomásával egyensúlyt, ha annak súlya a vele egytérfogatú folyadék'

*súlyához egyenlő, vagyis: ha mind a szilárd test, mind a folyadék egyenlő fajsúlylyal bír.* Illy tulajdonú szilárd test a vele egyfajsúlyú folyadékban, bármelly mélységre merítették, mozdulatlanul marad. Ellenben, ha a szilárd test' fajsúlya a folyadékénál nagyobb, az a folyadékban, bármelly mély legyen is, folytonosan alászáll, míg feneket nem ér. Ha pedig a lemerített szilárd test' fajsúlya a folyadékénál kisebb, ennek nyomásától mindaddig fölfelé emeltetik, míg bizonyos része a folyadékból ki nem merül.

*Jegyzék.* Az említett három esetnek két utóbbikát a mindennapi tapasztalás eléggé igazolja; de az elsőt nem könnyű kísérletileg megmutatni; mert ritkaság olly szilárd testet találni, melynek valamelly folyadékkal tökéletesen egyenlő fajsúlya volna. Lehet azonban egy darab viaszt ráspolt vasrészecskékkel mindaddig terhelni, míg a közönséges vízbe merítve mindenhol meg nem áll. — Sokkal könnyebben tapasztalhatni, s pedig mind a három esetet az úgynevezett *Cartes buvárában*; ez nem egyéb, mint egy vízzel töltött, és hólyaggal, vagy rug-gyántával jól bekötött palaczkba zárt báb, melynek belső ürege a palaczk' vizével egy kis nyílás által közösülésben van. Ha a hólyag-füdéltre megkívántató nyomás eszközöltetik, a báb a palaczk' fenekére száll; mert a hólyag-füdéltre gyakorlott nyomás e palaczkbani vízből egy keveset a báb üregébe szorít, és azt a báb térfogata alatt elférhető víznél nagyobb súlyúvá teszi; mérsékelvén a nyomást, a báb fölfelé emelkedni kezd, és pedig vagy bármelly tetszés szerinti magassáig, vagy egészen a víz szineig; mert a báb' üregében létező lég a nyomás' mérséklése miatt kiterjedvén, a báb üregébeni vizet részint kinyomja, és magát a bábót az egyenlő térfogatú vízzel vagy egyen, vagy kisebb súlyúvá teszi. Mellékesen e helyett legyen megemlítve, hogy ha a báb nyílása ferde irányú, az mind szálltában, mind emelkedésében forogni fog. A báb helyett üvegből czélszerűen készült léggömb alakot is lehet használni.

434) *Valamelly folyadék alá merült szilárd test annyit veszti súlyából, mennyit nyom a vele egyenlő térfogatú, aragy helyéből kinyomott folyadék.* Mert a folyadékba merített test fölfelé nyomatik a vele egyenlő térfogatú folyadék' súlyával (432), súlyának tehát azon része, melly a helyéből kinyomott folyadék' súlyához egyenlő, a folyadék által tartatik; de mi a folyadék által tartatik, az magára a bemerített testre elveszettnek tekintendő; tehát igaz az előrebo-csátott állítás. Ennélfogva ha a szilárd test' sulya nagyobb a helyéből kinyomott folyadék' súlyánál, azaz  $P > p$ , a szilárd test abban súlyának csak egy részét veszti el, a megmaradott részével pedig, melly  $= P - p$  az edény' fenekét nyomja. Ha  $P = p$ , akkor a bemerített szilárd test egész súlyát elveszti, és azon nyomáson kívül, mellyet a vízre gyakorol, sem föl, sem lefelé nem nyom; mert ezen

esetre  $P - p = 0$ . Végre ha  $P < p$ , a folyadékba egészen bemerített szilárd test ön maga súlyánál többet veszít, és azon erővel törekszik fölemelkedni, mely  $= p - P$ . Ezen mondásnak: „a szóban lévő szilárd test tulajdon súlyánál többet veszít,” látszó képtelensége azonnal megszűnik, mihelyt meggondoljuk, hogy itt a veszített súly által valódiilag a szilárd testre fölfelé ható folyadék' nyomása értetik.

*I. Jegyzék.* A bemerített szilárd test' súlyvesztését következő kísérlettel is be lehet bizonyítani. Vétessék két henger, egyik *a* üres (215. rajz) másik *b* tömör, mely amannak üregét tökéletesen betöltse, és mind a kettőt akasztassék a mérleg' egyik csészéje alá úgy, hogy a tömör henger az üres alatt lógjon; helyre állítatván a mérleg másik csészéjébe rakott nyomtatékok által az egyensúly, mártassék a tömör henger egy vízzel telt edénybe; minek történetével megszűnik az egyensúly, s a hengereket tartó mérleg' karja fölemelkedik, világos jeleül annak, hogy a bemártott tömör henger súlyából valamit veszített. Hogy kitűnjék, mennyit tesz e veszteség, töltsék meg az üres henger vízzel, s azonnal visszatér az előbbi egyensúly; a tömör henger' vízben veszített súlya tehát egyenlő a vele egytérfogatú víznek súlyával.



*II. Jegyzék.* Az előadott törvényből már érthetni: miért lehet egy vízbe esett embert kevés hajszálánál fogva is a további süllyedéstől föltartóztatni; miért lehet egy víz alatt létező követ ide s tova huzni, holott azt vízen kívül talán még mozditani sem bírónak; miért képes a folyóvíz sokszor nagyobb tömegű kősziklákat is messzire elhengergetni, stb.

435) *A bemerített szilárd test' elvesztett súlya a folyadék' nyomási hatását öregbíti.* Mert valamelly szilárd testet bizonyos edényben létező folyadékba mártani hignyugtanilag annyi, mint azon edénybe a szilárd testtel egyenlő térfogatú folyadékot önteni; mert mindegyik esetben egyenlően nagyobbodik az edénybeni folyadék' magassága; tehát egyenlően kell öregbedni a folyadék' nyomásának is.

*Jegyzék.* Ezen állítást a következő kísérlet is bizonyítja. Tétessék a mérleg egyik csészéjére egy vízzel töltött pohár, a másikra pedig az előbbi szám I. Jegyzékében említett üres henger. Miután az egyensúly helyreállita-

tott, mártassék a fonalról lúggó tömör henger a csészén létező pohárban vízbe, de úgy, hogy annak se oldalát, se fenekét ne érintse; azonnal megszűnik az egyensúly, és a vízzel terhelt csésze lesülyed, jeleül annak, hogy a viztartó edény a tömör henger' bemártása után nagyobb erővel nyomatik a mérleg' csészéjére mint azelőtt; de azonnal helyreáll az egyensúly, mihelyest a másik csészére helyezett üres henger vízzel teli töltetik; tehát igaz a főnnebbi állítás.

436) Olyan test, mely a folyadék' nyomása által annak színeig fölemeltetik, *uszni* mondatik. A 434-dik szám alatt mondottak nyomán csak azon testek uszhatnak valamely folyadékban, melyeknek sulya kisebb a velük egyenlő térfogatú folyadék' sulyánál. Ennélfogva a szilárd test' uszására nem kívántatik, hogy anyagának fajsulya kisebb legyen a folyadék' fajsulyánál, sőt a legsűrűbb anyagok is uszhatókká lehetnek;

a) Ha velük, a használt folyadéknál kisebb fajsúlyú testekből olly mennyiség köttetik össze, hogy együttvéve kevesebbet nyomjanak, mint az általuk helyből kinyomott folyadék' sulya.

b) Ha belőlük üres testek alakíttatnak; mert ekkor valódiilag úgy tekinthetők, mintha az üregükben létező léggel mint igen csekély fajsúlyú testtel volnának összekötve.

*I. Jegyzék.* Az első föltétel szerint uszik a vízben az elegendő mennyiségű fával összekötött ólom; a jégáblához fagyott kő; a fölfujt hólyagokkal, vagy ruggyántás kelméből készült usz-övvel czélszerűen ellátott ember, vagy egyéb állat, ha teste sűrű, s a vizet hízakaiba be nem bocsátó gyapjával, vagy tollal vagyon befödve. Ugyanezen föltételen alapul azon, *técek*-nek nevezetett, hosszú és légzárólag befödött csónakok' hatása is, melyek különben a víz' fenekeig merülendő terhelt hajókat a csekélyebb mélységű vizen is fönn tartják, ha vízzel megtöltve azokhoz csatoltatnak, azután pedig belőlük a víz kiszivatik, vagy kinyomatik. — A második föltétel szerint usznak a vaslemezről, vagy ónból készült tálak, üres fémgömbök, bedugott üres palaczkok, csónakok, és hajók, ha vashálalkottattak is.

*II. Jegyzék.* Ha a vízben létező szilárd test térfogatára nézve olly módosítást szenved, mely által a helyéből kinyomott víznél majd kevesebbet, majd többet nyom, annak az uszási feltételek szerint majd uszni, majd fenékre szállani kell. Ezt *Cartes* bábján kívül többféle tünemények bizonyítják. Így a fehér ruha míg száraz uszik a vizen, de elmerül mihelyt likacsába lég helyett víz szivárgott; mert ez által térfogata nagyobb mértékben kisebbedett, mint sulya a kiszorított lég miatt. A halak pukkantyúnak nevezett hólyagjuk' tetszés szerinti összehúzásával, vagy kitágításával leszállniak, vagy fölemelkednek a vízben. A vízbe fulladt embernek teste rendszerint fenékre száll, de a mint azt az elkezdett rothadásnak légnemű terményei felduzzasztják, azonnal a víz' színére jő. Ha valaki hanyatt vízszíneire dől, s fejét hátra szeg-



vén, hogy súlyából minél többet veszítsen, mozdulatlan marad, észreveheti, miként teste minden lélekzet beszívásakor emelkedik, kibocsátásakor pedig süllyed. stb. — Azonfölül majd uszik, majd fenékre száll a folyadékba merült szilárd test, ha annak térfogata nem változván, a folyadék sűrűsége változik. Ennek behizonyítására kis farkkal ellátott üveg golyócskák szoktak készíteni, és vízzel úgy terhelhetni, hogy súlyuk az általuk kinyomott víz súlyánál valamicskével kisebb legyen. Az így elkészült üveg golyók hideg vízben usznak, melegben pedig fenékre szállnak; mert az illy golyó által helyéből kinyomott hideg víznek nagyobb, meleg víznek pedig kisebb súlya van a golyó súlyánál.

**III. Jegyzék.** Az eddig mondottak értelméhez ragaszkodván nem mondhatjuk:

a) Hogy a víznél tömöttebb anyagú testek igen finom részecskéi, például: iszaprészecskék usznak, midőn a vizet zavarossá teszik; mert ők magukra hagyatván a fenékre szállani törekednek, s hogy ezt csak huzamosabb idő folyta alatt érhetik el, egyes részecskék parányi súlyának tulajdonítandó, mely a víznek ellenállását csak tartós működéssel győzheti le.

b) Nem mondhatjuk továbbá, hogy a víz színére helyezett varró tűk, vagy finom fémlevelkék usznak; mert ezek csak a vízrészecskék összetartási ereje által tartatnak fönn, és vízbe merített testek gyanánt éppen nem tekintetők; mert ha csakugyan bemeztetnek, azonnal fenékre is szállnak.

c) Végre megkülönböztetnünk kell az eddig tárgyalt uszástól, melyet természetes-nek nevezhetni, az embernek mesterséges uszását; mert ezen utolsó nem egyéb, mint a kezek és lábak ügyes, és czélszerű mozgatásával a vízbe süllyedés elleni gyakorlott küszködés. Találtnak azonban némelly egyének, kiknek teste a víznél jóval is kisebb fajsúlyú, s azért természetes uszási tulajdonnal bírnak. Illyen volt *Moccia Pál*, ki e különös tulajdonát a nápolyi kikötőben 1767-ben közlétványul tévén, a tengervízbe csak mellyeig merült, holott közönségesen a vízbe egyenes állásban merült embernek körülbelül csak fél homloka áll ki a vízből.

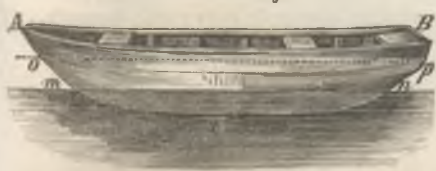
437) Minden uszó test addig süllyed, míg a helyéből kinyomott folyadék súlya ön súlyával egyenlővé nem lesz. Legyen *ABCD* (216. rajz) edényben víz, mellynek színe *po*, és ezen vízben uszó test *abcd*. Ezen test súlyá nyugvási állapotban a víznek fölfelé ható nyomásával egyensúlyt tart, valamint azzal a bemeztett résztől kinyomott *ebcf* térfogatú víz is tartandna; de ezen víz csak súlyával tartaná az egyensúlyt; tehát a helyéből kinyomott víz súlya csakugyan egyenlő az egész uszó test súlyához.

216. rajz.



*Jegyzék.* Az elméleti úton imént kifejtett igazságot kísérletileg is bebizonyíthatni. Töltsék meg a henger alakú  $ABCD$  (216. rajz) edény vizzel  $mn$ -ig, és annak felszíne körülkött fonallal jeleltessék meg, azután eresztessék e vízbe  $abcd$  úszó test, mely hogy a vizet magába ne szíjja, czélszerűen viasszal lehet bevonva; minthogy a víznek egy része helyéből kinyomattik, felszíne föl fog emelkedni, például  $op$ -ig. Ha már most a helyéből kinyomott  $mnop$  vízmennyiség az edény' alyján alkalmazott csapon a mérleg' egyik csészéjébe kieresztetik, a másikba pedig  $abcd$  test tétetik, látható lesz az egyensúly. — Ha tehát  $ABC$  (217. rajz) hajó üresen  $mn$ -ig merül

217. rajz.



a vízbe, világos: miként annak sulya a kinyomott  $mnC$  víz' sulyával egyenlő; és hasonlókép azon suly, melyet ezen hajó  $op$ -ig merülvén elbirna, egyenlő a hajó  $mnop$  része által helyéből kinyomandó víz' sulyához, mely-

nek nagysága meghatározathatik, ha  $mnop$  térfogat alatti köblábok' száma (ide számítván a hajó' oldalainak vastagságát is) az 1 köbláb víznek 56,4 fontnyi sulyával szoroztatik.

438) Az előbbi tantételből önként következik:

a) Hogy bizonyos folyadéokban uszó testek közül, a többi körülmények egyenlősége mellett, a tömöttebb mélyebbre süllyed.

b) Hogy bizonyos uszó test különböző tömötséggű folyadékokban különböző mélységre, nevezetesen a kisebb tömötséggű folyadékokban mélyebbre merül.

c) Hogy a folyadékokban uszó szilárd test' térfogatának épen annyiad része merül be, a hányad részét teszi tömötsége, a folyadék' tömötségének; és térfogatának annyiad része áll ki a folyadékból, a hányad részzel kisebb tömötsége a víz' tömötségénél.

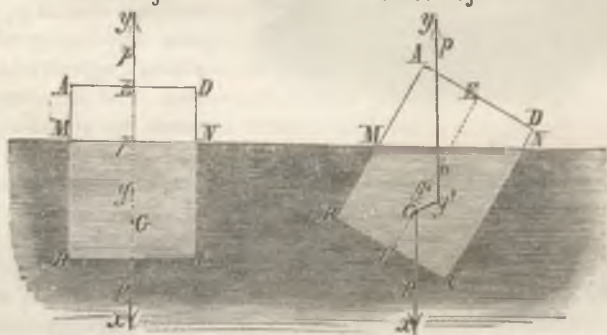
*Jegyzék.* Első következmény az úszó szilárd testek' tömötségének meghatározásában; második a folyadékok' tömötségének úszó testek általi kutatásában; harmadik pedig az úszó test' bemeült, vagy a folyadékból kiálló részének kiszámításában szolgál alapul. Így például: mivel a jég' tömötsége 0,9 részét teszi a víz' tömötségének, az úszó jégnek kilencz tizedrésze a vízbe merülve van, egy tizedrésze pedig a vizen kívül látható. Ebből érthetni, mely roppant vastagságú jégdarabok lehetnek azok, melyek a jeges tengerekből gyakran a forró övekig elúsznak, és mint *Parry* 1817-ben tapasztalá, a vízből 150 lábnyi magasságra is kiállanak.

439) Az uszó test' nyugvási állapota biztos, vagy bizonytalan. A biztos állapot az, melyet az uszó test állandóan megtart, vagy megtartani törekszik; mert ha abból valamelly erő által ki-

mozdittatik is, az erő' megszüntével azt ismét visszafoglalja. Ellenben ha az úszó test bizonytalan nyugvási állapotából kimozdittatik, abba többé vissza nem tér, hanem mind addig fordul, míg biztos nyugvási állapotot nem talál. Ezen állapotok' megítélhetése végett legyen  $ABCD$  (218. rajz) egy úszó test biztos nyugvási állapotában, és jelentse súlypontját  $G$ , az általa kinyomott  $MBCN$  viz' súlypontját pedig  $g$ .  $GE$  vonal, melly  $G$  és  $g$  súlypontokon függélyesen huza-lik, a test' *úszási-tengelyé*-nek mondatik. Ha  $ABCD$  test biztos nyugvási állapotából 219-dik rajzban ábrázolt helyzetbe hozatik,  $G$

218. rajz.

219. rajz.

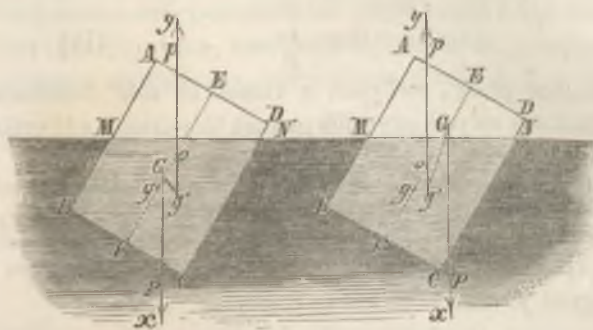


súlypontja, mint változhatlan, helyzetét megtartja, de a kinyomott viz' súlypontja már nem  $g$ -ben, hanem  $g'$ -ben létezend, és a rajta függélyesen húzott  $g'y$  vonal  $GE$  tengelyt  $o$  pontban szegi, melly *metacentrum* görög-latin nevet visel. Ezeknek előrebecsátása után állitjuk, miként az úszó test' biztos nyugvási állapotára szükséges:

a) Hogy mind az úszó test' mind a helyéből kiszorított viz' súlypontja ugyanazon függélyes vonalban feküdjék; mert  $G$  és  $g$  pontok úgy tekintendők, mintha elsőben az egész úszó test  $P$  sulya, a másokban a kiszorított  $MBCN$  viznek  $p$  sulya volna összpontosítva.  $P$  suly  $Gx$  irányban lefelé törekszik,  $p$  suly, vagyis inkább a vele egyenlő víznyomás pedig fölfelé működik; s minthogy az úszó testben ezen két erő egyenlő (437), az úszó test' nyugvási biztos állapotát csak úgy eszközölhetik, ha ellenirányuak (228. a), tehát ha  $G$  és  $g$  ugyanazon függélyes vonalban fekszik.

b) Szükséges, hogy a metacentrum nevű  $o$  pont mindenkor magasabban feküdjék, mint az úszó test'  $G$  súlypontja;  $G$  súlypont azonban a kinyomott viz'  $g$  súlypontja fölül, vagy alul létezhet.

Ennek értése végett tekintsünk a 219. és 220-dik rajzban ábrázolt  
220. rajz. 221. rajz.



és nyugvási állapotukból félre hajtott úszó testekre, mellyeknek elsőjében  $G$  pont  $g$  alatt, másodikában pedig  $g$  fölött jelentetik; de mindegyikben a metacentrum alatt van. Látnivaló, miként  $G$  pont a test'  $P$  sulya által  $Gx$  irányban lefelé vonatik,  $g'$  pont pedig, mellybe félrehajtás által a kinyomott viz' sulypontja jött,  $p$  nyomás által  $g'y$  irányban fölfelé tolatik, és így mind a két erő az úszó test' nyugvási állapotának visszafoglalására működik, minek elérével mind a kettő' iránya egy vonalba esik, és egymással egyensúlyba jő. Ha ellenben a metacentrum  $G$  sulypont fölött vagyon, mint a 221-dik rajz mutatja, akkor az úszó testnek mind  $G$ , mind  $g'$  pontjára illetőleg ható  $P$  és  $p$  erők azt a földüléstől nemcsak nem tartóztatják, hanem inkább fölfordulását siettetik. Ezekből világos, hogy a metacentrum az úszó testre nézve azon nevezetes pont, melly a lóggó testben akaszponznak mondatik; mert körülötte az úszó test ingásait épen úgy teszi meg, mintha azon pontnál fogva föl volna függesztve.

*Jegyzék.* A jelen cikkben kifejtett elvek' segítségével meghatározhatni a testek' tömörségét; minthogy pedig a testeknek ezen tulajdonit ismerni nemcsak elméleti, de leginkább gyakorlati tekintetben is érdekünkben áll, e tárgy a következő cikk' anyagául szolgálánd.

### III. Cikk.

A testek' tömörségének meghatározási módja.

440) A viznek  $3^{\circ}$  R. hőmérsék alatti legnagyobb tömörségét mérték' egységeül vevén, 31-dik szám alatti I. *Jegyzék* nyo-



mán bizonyos, hogy bármely test' tömötsége azon esetben, midőn egyenlő térfogatú viz' tömötségével összehasonlíttatik, ezen képlet

szerint: 
$$D = \frac{P}{p} \quad . \quad . \quad . \quad (I);$$

amaz esetben pedig, melyben a viznek és vele összehasonlított testnek általános sulyaik egyenlők; ennek tömötsége a következő

alkat által fejezhető ki: 
$$D = \frac{v}{V} \quad . \quad . \quad . \quad (II)$$

emlékezetben tartván, miként  $d, p, v$  illetőleg a viznek,  $D, P, V$  pedig a vízzel összehasonlított testnek tömötségét, általános sulyát, és térfogatát jelenti.

## I. §.

*A tömötség' meghatározása*  $D = \left( \frac{P}{p} \right)$  képlet szerint.

441) *A vízben lemerülő szilárd test' tömötségét meghatározni.* Akasztassék fel az említett test egy érzékeny mérleg' csészéjének lefelé álló kampójára lószőr, finom fonal, vagy huzal által; a mérlegnek ismert nyomtatékokkal egyensúlyba hozásával tudva lesz  $P$ . Azután mártassék a lefüggő test lepárolgott vízbe, abban sulyának egy részét elvesztendi, melynek nagyságát a lelógó test fölötti csészére rakott nyomtatékok adandják. De ezen sulyvesztéség nem egyéb, mint a bemártott test' térfogata alatt létező viz' sulya, vagyis  $p$  (434). Számokban tudva lévén mind  $P$ , mind  $p$ , véghez lehet vinni az elosztást.

Igy például: ha egy darab ezüstnek sulya  $P = 480$  szemer, sulyvesztésége  $p = 47,5$  szemer, lesz:  $D = \frac{P}{p} = \frac{480}{47,5} = 10,105$ ; tehát tizszer, és 105 ezredrésznyszer sűrűbb az ezüst, mint a tiszta víz.

442) *Vízben lemerülő, de a vizet magába szívó szilárd test' tömötségét meghatározni.* Ezt a levegőben megmérvén, hogy tudassék  $P$ , addig hagyjuk a vízben állani, míg sulya többé nem növekedik, azután ismét megmérvén őt a levegőben, sulya' növekedését följegyezzük, legyen az  $= P'$ . A beszívott viz' sulya léssen  $= P' - P$ . Ha most a mérleg' csészéjének kampójára függesz-

telvén, és a másik csészével egyensúlyba hozatván vízbe mártatik, súlyvesztése lesz  $p'$ ; mely valódiilag csak a test' szilárd részekkéinek összes térfogata alatti viz' súlyát, nem a viz' likacsaiba beszívottét jelenti. Azon vízmennyiségnek tehát, mely a test' egész térfogata alatt elférne, sulya lesz  $p = p' + P - P$ ; és a

keresett tömötség:

$$D = \frac{P}{p' + P - P}.$$

Nyomjon például valamely homokkő a levegőben  $P = 1100$  sz., a víz beszívása után  $P' = 1122$  sz., a vízben sulyából veszítsen  $p' = 473$  sz.; lesz a keresett tömötsége:

$$D = \frac{1100}{473 + 1122 - 1100} = \frac{1100}{495} = 2,222.$$

443) *Vízben lemerülő, de abban felolvadó szilárd test' tömötségét meghatározni.* Méressék meg legelőször levegőben, hogy  $P$  sulya tudva legyen, azután bizonyos  $d'$  tömötségű folyadékban, melyben föl nem olvadhat; ebben szenvedett súlyvesztése legyen  $p'$ . Állni fog a következő arány:

$$P : p' = D : d'; \text{ és innét}$$

$$D = \frac{P \cdot d'}{p'}.$$

Egy darab salitrom nyom a levegőben  $P = 220$  sz.; borszeszben sulyából veszít  $p' = 92$  sz.; a használt borszesz' tömötsége  $d' = 0,792$ ; lesz a salitrom' keresett tömötsége:

$$D = \frac{220 \cdot 0,792}{92} = 1,894.$$

444) *Vízben lemerülő, de kis darabokra tört szilárd test' tömötségét meghatározni.* Minekutána a darabokból álló test'  $P$  sulya a levegőben tett mérés által megtudatott, akasztassék a darabkákat tartó csésze' kampójára egy kisdud tág szájú üvegedény, mely vízbe merítettvén, hozassék a mérleg egyensúlyba. Azután a csészéből kivett test' darabkái tétessenek a vízbe merített üvegedénybe; abban sulyuknak egy részét elvesztik, melynek  $p$  nagyságát az egyensúlyt helyreállító nyomtatékok adandják. Ezen esetben a keresett tömötség lesz:

$$D = \frac{P}{p}.$$

Ila több apró gyémántoknak általános sulya  $P = 120$  sz.; vízben vesztett sulyuk pedig  $p = 34$  sz.; tömötségük lesz:

$$D = \frac{P}{p} = \frac{120}{34} = 3,529.$$

445) *Vizben le nem merülő szilárd test, például fa tömörségét meghatározni.* Méressék meg a levegőben, általános súlya lesz  $P$ ; azután vékony fémhuzallal köttessék oly nagyságú, és tömörségű testhez, például ólomhoz, mely öt magával a vízbe meritheti, és a többször említett úton kerestessék azon veszteség, melyet az ólommal együtt a vízben szenved, legyen az  $= p'$ ; továbbá kutattassék ki az ólomdarabnak, és összekötés végett használt huzalnak vesztett súlya különösen, legyen ez  $= p''$ . Ha ez utóbbi súlyveszteség az előbbiből kivonatik, a különzék egyenlő lesz azon veszteséghez, mely a fadarabot illeti, azaz lesz:  $p = p' - p''$ ; és így a fadarab' keresett tömörsége:

$$D = \frac{P}{p' - p''}$$

Ha például  $P = 6$  obon;  $p' = 10$  obon;  $p'' = 1$  obon, lesz a fa' tömörsége:

$$D = \frac{6}{10-1} = \frac{6}{9} = 0,666.$$

446) *Porrá tört testnek tömörségét meghatározni.* Ha a porrészecskék közti hézagok a test' térfogatához nem számítandók, méressék meg a porrá tört test először a levegőben, általános súlya lesz  $= P$ . Azután vétessék elő egy alkalmas üveg palaczk, melynek száját üveg dugaszszal, vagy mi jobb, egyenesre csiszolt üveglappal tökéletesen bezárhatni, és tiszta vízzel megtöltve méressék meg, súlya lesz  $Q = q + A$ ; ha  $q$ -val a palaczknak már előre megmért általános súlyát,  $A$ -val pedig a benne létező víznek súlyát jelentjük; honnét  $A = Q - q$ . Végre a kiürített palaczkba öntessék a poranyag vigyázattal, hogy belőle semmi el ne vesszen, és a palaczknak üresen maradott része töltsék meg vízzel; ha a poranyag már egészen átázott, és a légbuborékok belőle kiszabadultak, méressék meg a befödött palaczk ujonnan, a megtalált súlya lesz  $R = P + q + a$ ;  $a$  alatt a palaczk' azon üregében foglalt viz' súlyát értvén, melyet a poranyag ki nem tölt; honnét  $a = R - P - q$ .  $A$  vizsúlynak értékéből kivonván  $a$ -nak értékét, a különzék egyenlő leend azon víznek súlyához, mely a poranyaggal egy térfogatú; tehát lesz:  $p = Q - q - R + P + q = Q + P - R$ ; és a poranyag' keresett tömörsége:

$$D = \frac{P}{Q + P - R}$$

Tölgyfából készült szénpor nyomjon a levegőben  $P = 300$  sz.; a vízzel töltött palaczk' sulya legyen  $Q = 1480$  sz.; a szénporral, és vízzel töltött palaczk' sulya pedig  $R = 1590$  sz.; lesz a likacs nélküli tölgyfa-szénnek keresett tömörsége :

$$D = \frac{300}{1480 + 300 - 1590} = \frac{300}{190} = 1,578.$$

447) Ha pedig a porrá tört anyagnak likacsai annak térfogatához számítandók, akkor tömörsége meghatározása végett az előbbi esetben használt üveg palaczk, melynek sulya  $= q$ , töltessék meg a poranyaggal, és mérassék meg; az ekkép megkapott  $P'$  suly állani fog a poranyag' és palaczk' összes sulyából, vagyis  $P' = P + q$ , honnét  $P = P' - q$ . Azután kiürítettén a palaczk töltessék meg tiszta vízzel, általános sulya leszén  $Q = p + q$ , honnét  $p = Q - q$ . Ennélfogva a poranyag' kutatott tömörsége leend:

$$D = \frac{P' - q}{Q - q}.$$

Szolgáljon például ismét a tölgyfának porrá tört szene; az ezzel megtöltött palaczk' sulya legyen  $P' = 1147$  sz.; ugyanezen, de vízzel megtöltött palaczk'nak sulya  $Q = 1290$  sz.; és magának a kiürített palaczk'nak sulya  $q = 847$  sz.; lesz a tölgyfa-szénpor'nak likacsos tömörsége :

$$D = \frac{1147 - 847}{1290 - 847} = \frac{300}{443} = 0,677.$$

448) *Folyadékok' tömörségét, a bennük lemerülő szilárd testek' bemártásával meghatározni.* Függesszessék a mérleg' egyik csészéje alá egy éreny-huzalról, vagy lószörről lelóggó üveg körte, s miután a másik csészével egyensúlyba hozatott, mártassék egészen azon folyadékba, melynek tömörsége kérdés alatt van, a benne elvesztett sulya egyenlő a helyéből kinyomott folyadék' általános sulyához  $P$ -hez; azután az egyensúlyt ujonnan helyre állítván, mártassék a körte tiszta vízbe, az ebben vesztett sulya egyenlő leszén az általa kiszorított viz' sulyához  $p$ -hez. Ekkép ismerve lévén  $P$  és  $p$ , lesz a kémllett folyadék' tömörsége :

$$D = \frac{P}{p}.$$

Ha az üveg körte' például borseszben vesztett sulya  $P = 279$  sz.; a tiszta vízben vesztett sulya pedig  $p = 320$ , lesz :

$$D = \frac{279}{320} = 0,871.$$



*Jegyzék.* Azon esetben, midőn valamely folyadék kisebb mennyiségben kapható, mintsem a mérleg' csészéjéről lefüggő üveg test belemeríthetnék, egy kisdud palaczk üveg-dugaszszal, vagy fűdő-lappal ellátva, a keresett tömötségek' meghatározására 447-dik szám alatt leírt módon igen czélszerűen használtathatik.

449) *Folyadékok' tömötségét, a bennük úszható szilárd testek' bemártása által meghatározni.* E végett használtatik ezüstből, üvegből, vagy érenyből czélszerűen alakított úszó készülék, mely bármely folyadékba tétetvén, ismert nyomtatékokkal mind addig terheltetik, míg bizonyos mélységre nem süllyed. E módon általa mindennemű folyadékból egyenlő térfogatú mennyiség nyomatik ki, melynek súlya az ismert elvnel fogva (437) egyenlő a nyomtatékokkal öregetett úszó készülék' súlyához. Így megtudható általa ugyanazon térfogatú víznek  $p$ , és valamely más folyadéknak  $P$  súlya; tehát ennek a vízhez iránti tömötsége  $D = \frac{P}{p}$ , könnyen meghatározható. Az illyféle készülék *nyomtatékos sűrűmérőnek* mondatik, minthogy a testek' tömötségének, vagy sűrűségének kikutatására használtatik. Többfélekép módosítva fordul elő a közélet-

222. rajz.



ben; mi csak a *Fahrenheit*-féle nyomtatékos sűrűmérőről szólandunk, mely később *Nicholson* és *Charles* módosításaik által minden előfordulható esetekre alkalmazható lön \*). Áll ez egy üres, és mind a két végén félgömb- vagy kúp alakba végződő *A* hengerből (222. rajz), melynek egyik végéből *B* csészét tartó, és *o* pontban megjelelt merevénnyel vesző, másik végéből pedig egy kampó áll ki. Ezen kampóra egy átlukgatott lemezből, vagy mi jobb, ezüst- vagy éreny huzalból készült *C* kosarka, ennek aljára pedig *D* súly akasztatik, mi által ezen készülék a folyadékban függélyes állását megtarthassa. Ekkép elkészült sűrűmérő mind folyó, mind szilárd testek' tömötségének meghatározására igen alkalmas; kezelése következő:

a) Ha valamely folyadék' tömötsége volna általa meghatározandó, e sűrűmérő abba beállítatik, és csészéje ismert nehézségű

\*) Lásd *Gehler's Physikalisches Wörterbuch* neu bearbeitet B. I. Seite 380.

nyomtatékokkal mindaddig terheltetik, míg  $o$  pontig le nem merül. Az egész sűrmerőnek egyszer mindenkorra pontosan megmért sulya lévén  $= Q$ , és a csészébe rakott nyomtatékok' sulya  $= q$ , világos, miként az általa kinyomott folyadék' sulya  $P=Q+q$ . Azután hasonlóképen lepárolgott vízbe állittatik, mellyben  $o$  pontig lemerülésére  $r$  sulyú nyomtatékok fognak kívántatni; tehát az általa kiszorított, és az előbbi folyadékkal egyenlő térfogatú víznek sulya lesz  $p=Q+r$ ; és így a kitűzött képlet szerint a folyadék' keresett tömötsége leend:

$$D = \frac{Q+q}{Q+r}.$$

Legyen például a sűrmerő' sulya  $Q = 1000$  sz.; hogy borszeszben  $o$ -ig merüljön, kelljen  $q = 65$ . sz.; hogy pedig a tiszta vízben  $o$ -ig merüljön, kelljen  $r = 314$ . sz.; lesz:

$$D = \frac{1000 + 65}{1000 + 314} = \frac{1065}{1314} = 0,810.$$

b) Ha pedig ezen sűrmerő valamely szilárd test' tömötségének kikutatására használtatik, akkor a párolgott vízbe állított sűrmerő'  $B$  csészéjére tétetik a kémlelendő szilárd test, mellynek az előbbi esetben  $r$ -el jelentett, s mindenkorra megjegyzendő *rendes sulynál* nagyobb sulya ne legyen. Ha e sűrmerő a csészéjébe helyezett szilárd test' sulya alatt  $o$  pontig merülne, önként világos, mikép annak általános sulya a *rendes sulylyal* egyenlő volna; ellenkező, s többnyire előforduló esetben a csészére még annyi nyomtaték rakatik, a mennyi elégséges az eszköznek  $o$  pontig lesúlyesztésére, legyen ez  $= s$ ; a csészére helyezett szilárd test' sulya tehát lesz  $P=r+s$ . Azután a csészéből kivett szilárd test tétetik  $C$  kosárba, mellynek, ha a szilárd test úszó, szájával lefelé fordítva kell lenni; ez által az ujonnan vízbe meritett eszköz  $o$  pontig nem fog sülyedni; mert a kosárba helyezett szilárd test sulyának egy részét elvesziti, mekkorát? azt megtudhatni, ha a csészén maradt  $s$  sulyhoz ismét mindaddig nyomtatékok rakatnak, míg az eszköz  $o$  pontig nem merül. A csészében létező nyomtatékoknak összes sulyát nevezvén  $t$ -nek, lesz a sulyveszteség' nagysága, vagyis a kémlett szilárd testtel egyenlő térfogatú víz' sulya  $p=t-s$ ; tehát a keresett tömötség leend:

$$D = \frac{r-s}{t-s}.$$

Téessék például a csészébe egy darabka vas, és a melléje rakott nyomtatékok' sulya legyen  $s = 114$ . sz.,  $t = 140$ . sz.;  $r = 314$ . sz. mint az előbbi pontra vonatkozó példában ; és így :

$$D = \frac{314 - 114}{140 - 114} = \frac{200}{26} = 7,692.$$

*Jegyzék.* Minthogy az imént tárgyalt nyomtatékos sűrmerő többnyire sárgaréz , vagy ezüst lemezből szokott készítettetni, több folyadékok, például savak' sűrűségének meghatározására nem alkalmazható , e végett czélszerű üvegből készült és a 223-dik rajzban ábrázolt sűrmerőt használni , melynek az előbbivel hason-  
223. rajz.



részei lévén , *C* gömbje higanynyal vagy serét-szemecsekkel vagyron terhelve. — A folyadékok' tömötsége az imént előadottakon kívül más eszközök és módok által is meghatározatható , melyek közül mind szabatosságára, mind gyakorlati könnyűségére nézve, igen nevezetes a legújabbban föltalált *Mohr*-féle mód. (Lásd : *Pouillet's Supplemente zur ersten Auflage der Physik und Meteorologie* (1848) , 25. lap.)

## II. §.

*Atömötség' meghatározása*  $D = \frac{v}{V}$  képlet szerint.

450) A testek' tömötsége ezen képlet szerint sokkal kevesebb pontossággal határozathatlik meg, mint az előbbi §-bani képlet segítségével lehetséges; mert a testek' térfogatát sohasem kutatjuk ki azon szigorúsággal, a mellyel azoknak sulyát megmérni képesek vagyunk. Minthogy azonban a folyó testek' tömötségének kutatása a kitüzött képlet szerint igen kényelmes, e helyett csak a folyadékok' tömötségének ezen képlet szerinti meghatározására szoritkozunk, mellözvén rövidség kedvéért a szilárd testek' sűrűségének ezen útoni fölkeresését.

451) *Folyadékok' tömötségét*  $D = \frac{v}{V}$  képlet szerint meghatározni. E czélra mindenkor egy henger- vagy hasáb-alakú, és sem vízben, sem a kémlelendő folyadékban el nem merülő szilárd test használandó. Legyen tehát *ab* (224. rajz) egy üres üvegcső,

224. rajz. melynek bezárt alsó vége higanynyal terhelve vagyon, miként úszás közben függélyes állásban maradhasson. Ha ezen cső először tiszta vízbe, azután például borszeszbe állittatik, az elsőben  $d$ -ig, a másodikban  $c$ -ig merülend; minél fogva első esetben  $be \cdot bd \cdot s$  súlynyi vizet, másodikban  $be \cdot bc \cdot S$  súlynyi borszeszt nyom ki helyéből;  $be$  a cső' haránt metszvényét,  $S$  a borszesz,  $s$  pedig a viz' fajsúlyát jelentvén. Minthogy mind a kinyomott viznek, mint a kiszorított borszesznek sulya egyenlő a cső' sulyához (437), áll ezen egyenlet:

$$be \cdot bc \cdot S = be \cdot bd \cdot s; \text{ de } S = Ds \text{ (31, II. Jegyz.) tehát}$$

$$be \cdot bc \cdot Ds = be \cdot bd \cdot s; \text{ vagy}$$

$$be \cdot bc \cdot D = be \cdot bd; \text{ honnét}$$

$$D = \frac{be \cdot bd}{be \cdot bc};$$

melly kitétel a kitűzött képlettel tökéletesen egyértelmű, s meg-  
rövidítve lesz:

$$D = \frac{bd}{bc};$$

azaz: a folyadék' tömötsége föllelhető, ha a függélyes állásban úszó hengernek vízbe merülési magassága elosztatik a kérdéses tömötségű folyadékbani merülési magassággal. 225. rajz.

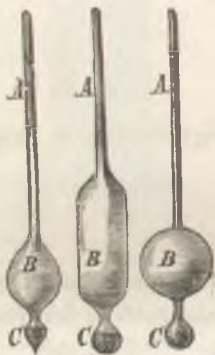
452) Miként a folyadékok' tömötsége gyakorlati úton könnyen észrevehetővé tétessék, a folyadékba állítandó csőt szokás fokokra osztani, melyekből bemerítéskor nemcsak a bemerülési magasság kitűnjék, hanem az annak megfelelő sűrűség is azonnal leolvasható legyen. Illy módon fokokra föl-  
osztott készüllet általában *fokozatos sűrűmérő*-nek mondatik. Ennek, nemkülönben mint a nyomtatékos sűrűmérőnek, többféle módosításai vannak, melyek között legegyszerűbb a *Richterféle fokozatos sűrűmérő*. Áll ez  $ab$  (225. rajz) csőből, és a hozzátartozó  $dc$  szűk, de hosszú üvegedényből, melybe a kémlelendő folyadék töltetik. Ha  $ab$  cső higanynyal annyira terheltetik, hogy tiszta vízben  $o$  pontig merüljön, mellytől kezdve a víznél sűrűbb folyadékok'





kedveért lefelé, a viznél ritkábbak miatt pedig fölfelé, czélszerű fokozattal ellátatván, a viznél kevesebbé sűrű folyadékban mélyebben, a viznél sűrűbbekben pedig kisebb mélységre merülend, és így a folyadékoknak a viznél kisebb vagy nagyobb tömötséget mutatatndja; de mivel a folyadékba merült, és abból kiálló részei között vastagságra nézve nagy különbség nincsen, kevés érzékenységgel bir. Ennekokáért közhasználatban többnyire olly fokozatos sűrmerők divatoznak, melyeknek fokozattal ellátott *A* csőjök (226. rajz) tojásdad, henger vagy gömb-alakú *B* edénykébe, ez pedig egy kisebb átmérőjű, s higanynyal, vagy ólomseréttel

226. rajz.



terhelt *C* golyóba megy által. Hogy illyféle alakú sűrmerő a folyadékok' valódi tömötségének kémlelésére alkalmas legyen, fokozatának minden egyes fokát különösen, szabatos szerkeztési, és pontos számítási úton szükséges meghatározni \*); mert azok nagyságukra nézve nem lehetnek egyenlők, hanem *B* golyótól kezdve fölfelé folytonosan nagyobbak. Azonban ezen fáradságos munkát az efféle sűrmerők' készítői vagy restelvén, vagy véghez-vinni nem bírván, *A* csőt csak egyenlő nagyságú fokokra szokták felosztani, melyekből azután csak azt vehetni ki, hogy azon folya-

dék, melyben illy sűrmerő mélyebbre sülyed, a másiknál nagyobb tömötségű, de mennyivel? s különösen a viz' tömötségéhez képest mely viszonyban? azt belőlük teljességgel meg nem érthetni. Ennélfogva az így készített sűrmerők hibásak, s kitűzött czéljuknak meg nem felelnek; de azért mind a mellett a szokásnak hódoló közönség által teljes megnyugvással használtatnak.

*I. Jegyzék.* Ezen hibás sűrmerői fokozat' példájául szolgálhat a gyakori használatú *Beaume*-féle sűrmerő fokozata, melly e módon készül: A viznél könnyebb folyadékok' kémlelésére készítendő fokozat végett először bemártatik a 226-dik rajzban ábrázolt sűrmerők' egyike 90 rész vízből, és 10 rész konyhasóból álló oldatba, és addig terheltetvén, míg *B* golyó egészen beme-

\*) *Gehler's Physikalisches Wörterbuch* neu bearbeitet, I. kötet 364—370. lap. — *Gerstner's Handbuch der Mechanik*, II. kötet. 35. lap. — *Hessler's Handbuch der Physik* 246. lap.

riült, azon pont, a meddig lemerül, megjegyeztetik; azután bemerítettetik tiszta vízbe, s a bemerülési pont  $o$ -val jeleltetik meg; a két pont közé eső tér 10 egyenlő részre osztatván, az osztás  $o$  fölött is  $A$  cső' végéig folytattatik. A viz-nél sűrűbb folyadékok' kémlelésére használandó fokozat végett először tiszta vízbe tétetik, és annyira terheltetvén, hogy  $A$  csőnek csak kis része álljon ki, a bemerülési pontja  $o$ -val jeleltetik; azután 85 viz- és 15 só-részből álló oldatba tétetvén, a bemerülési pont megjegyeztetik. Végre a két pont közti tér  $o$ -tól lefelé 15 egyenlő részre osztatik, és az elosztás  $B$  golyóig folytattatik.

**II. Jegyzék.** Nem egy esetben válhat hasznunkra rövid uton megtudhatni azon viszonyt, mely szerint bizonyos folyadékokban két különmemű anyag, például viz, és konyhasó; vagy viz, és borszesz létezik. Ezen viszony' kitudására a tömötséget mutató bármiféle sűrűmérők nem használhatók; mert a két különmemű anyagból keletkezett elegy' tömötsége nem azon viszonyban nő, vagy kisebbedik, a melyben azok egyesülve vannak. E célnak megfelelő sűrűmérő' fokozata csak gyakorlatilag készíthető. Ha például kívántatnék egy sűrűmérő, mely a vízben fololvadott konyhasónak mennyiségét század-részekben kimutassa, akkor állítassék a 226-dik rajzolatban ábrázolt sűrűmérői csők' valamelyike vízből s konyhasóból álló telített oldatba, s terheltessék addig, míg  $B$  golyója egészen be nem merül, bemerülési pont lészen a készitendő fokozatnak legalsó pontja; azután helyeztessék e sűrűmérő tiszta vízbe, és bemerülési pontja jeleltessék meg  $o$ -val, mely a fokozatnak legfelsőbb pontját teendi. Ennek megtörténte után készitessenek oldatok, melyeknek részei következően változnak: 99 viz + 1 só; 98 viz + 2 só; 97 viz, + 3 só, és így tovább, míg sóval telített oldat nem nycretik, és állítassék a sűrűmérő egymásután mindezen oldatokba, megjegyezvén mindegyikben a bemerülési pontot. Az így megjegyzett pontokon húzott, és az illető sőrészek' számával ellátott rovatok teendik a keresett fokrovásnak azon felosztásait, melyek segítségével századrészekben azonnal kitűnik a kérdés alatt lévő konyhasó-oldatban létező sómennyiség, mihelyt abba az ekkép fokozott sűrűmérő bele állítatik. E tulajdonuknál fogva illyféle készülétek *százados sűrűmérőknek* neveztetnek. De megjegyzendő róluk, hogy csupán csak azon anyagok' kémlelésére használhatók, melyeknek vegyületeivel készítették fokozataik.

**III. Jegyzék.** A testek' tömötségének ismerete sokszor nevezetes hasznunkra, vagy foglalkozásunk' könnyítésére szolgál. Így:

a) 1. Ezen képletből:  $D = \frac{P}{p}$  (440, I) megtudhatni valamely test' általános

súlyát, ha tömötségen kívül vele egyenlő térfogatú víznek súlya tudatik; mert lesz:  $P = Dp$ . Legyen például valamely edényt megtöltő víznek súlya  $p = 2 \text{ ű}$ , higanynak tömötsége  $D = 13,5$ ; lészen ugyanazon edényt megtöltő higany' súlya:  $P = 2 \cdot 13,5 = 27 \text{ ű}$ .

2. Meghatározhatni valamely testnek térfogata alatt létezhető víz' súlyát, ha azon test' súlya és tömötsége adatik; mert lészen:  $p = \frac{P}{D}$ . Legyen

$$P=200 \text{ \textit{w}}; D=11,3; \text{ lesz: } p = \frac{200}{11,3} = 17,69 \text{ \textit{w}}.$$

b) 1. Hasonlóképen  $D = \frac{v}{V}$  (440, II) képletből kihozhatni azon test' térfogatát, mellynek tömötsége, és a vele egyensúlyú víznek térfogata ismeretes; mert leszén:  $V = \frac{v}{D}$ . Legyen például  $v=90$  köbhüvelyk;  $D=8$ ; lesz:  $V = \frac{90}{8} = 11,25$  köbhüvelyk.

2. Megnyerhetni valamely testtel egyensúlyú víznek térfogatát, ha azon test' térfogata és tömötsége adatik; mert lesz  $v=VD$ . Így azon viz' térfogata, melly  $D=0,9$  tömötségű, és  $V=10$  köblábnyi jégből kapható, leszén:  $v=10 \cdot 0,9=9$  köbláb.

c) Minthogy azon viszonyról fogva, mellyben a testek' fajsúlya az általános súllyal és térfogattal vagyon (31) áll:  $S = \frac{P}{V}$ , ugy de ugyanazon szám alatti II. Jegyzék szerint  $S=Ds$ , tehát leend:

$$Ds = \frac{P}{V}.$$

Ezen képletből pedig 1. meghatározhatni valamely adott térfogatú testnek általános súlyát, ha anyagának tömötsége ismeretes; mert lesz:  $P=VDs$ . Példaul ha  $V=62$  köbláb;  $D=4,2$ ; lévén  $s=56,4$  \textit{w}; lesz:

$$P=62 \cdot 4,2 \cdot 56,4=14686,56 \text{ \textit{w}}.$$

2. Valamely rendetlen alakú testnek, például egy tömör képszobornak térfogatát, ha anyagának tömötsége és általános súlya tudatik; mert leszén:

$$V = \frac{P}{Ds}. \text{ Ha } P=35 \text{ \textit{w}}; D=8,5; \text{ lévén } s=56,4 \text{ \textit{w}}, \text{ lesz:}$$

$$V = \frac{35}{8,5 \cdot 56,4} = 0,073 \text{ köbláb, mi 1728 által szoroztatván ad 126,14 köbhüvelyket.}$$

3. Kiszámítható valamely szabálytalan alakú edénynek foghatósága (belső ürege), ha az azt betöltő víznek általános súlya ismeretes, mert ismét leszén:

$$V = \frac{P}{Ds}. \text{ Legyen a betöltő viz' általános súlya } P=16 \text{ \textit{w}}; \text{ ezen}$$

$$\text{esetben } D=1; s=56,4; \text{ és így } V = \frac{16}{56,4} \text{ köbláb, vagy 1728-al szorozván:}$$

$$V = \frac{16 \cdot 1728}{56,4} = 490,21 \text{ köbhüvelyk.}$$

d) Végre a testek ismert tömötsége által azoknak fajsúlya is különféleképen kifejezhető; mert a 31 szám alatti II. Jegyzék nyomán;  $S=Ds$ ;  $D$  helyett a 440 szám alatti értékeket helyettesítvén:

$$S = \frac{P_s}{p}, \text{ vagy}$$

$$S = \frac{vs}{V}.$$

IV. *Jegyzék.* A testek' tömörsége iránt még megjegyzendő, miként az a hőmérsék' növekedésével kisebbedik, alább száltával pedig nagyobbodik. Ennekokáért a test' tömörségének számokkali kitételével a hőmérsék' azon fokát is szükséges említeni, melyben az meghatározottat. Így a következő táblában elősorolt testek' tömörsége a fagyponthi hőmérsékre vonatkozik.

Árpa . . . . .	1,28
Bor : ausztriai . . . . .	1,00
— bordeaux-i } . . . . .	0,99
— burgundi } . . . . .	
— champagni } . . . . .	1,02
— francia fehér } . . . . .	
— malagai } . . . . .	1,04
— moderai . . . . .	0,91
— mosler . . . . .	0,99
— portoi } . . . . .	
— rhenusi } . . . . .	1,35
— tokai . . . . .	1,85—1,90
Borkő . . . . .	0,791
Borszesz, tiszta . . . . .	1,35
Buza . . . . .	4,72
Cseléleg . . . . .	1,82
Csont : elefánt . . . . .	1,66
— ökör . . . . .	1,61
Czukor . . . . .	0,87
Égény : eczelsavas . . . . .	0,71
— kénsavas . . . . .	0,88
— légsavas . . . . .	0,79
Fa, száraz : alma . . . . .	0,98
— — bükk . . . . .	0,68
— — dió . . . . .	1,23
— — ében . . . . .	0,50
— — eger . . . . .	0,47
— — fenyő, vörös . . . . .	0,49
— — fűz . . . . .	0,57
— — gesztenye . . . . .	0,44
— — hárs . . . . .	0,39
— — jegenye . . . . .	0,64
— — juhar . . . . .	1,33
— — kocsusz . . . . .	0,90
— — körte . . . . .	

Fa, száraz : mahagoni . . . . .	1,06
— — nyár . . . . .	0,43
— — nyír . . . . .	0,62
— — para . . . . .	0,24
— — szeder . . . . .	0,59
— — szilva . . . . .	0,78
Fagygyu . . . . .	0,94
Fém : aczél, kalapált . . . . .	7,84
— — keményített . . . . .	7,81
— — öntött . . . . .	7,92
— ágyú ötvény . . . . .	8,44—9,23
— arany, cs. aranyban . . . . .	18,85
— — tiszta kalapált . . . . .	19,36
— — öntött . . . . .	19,25
— dárdany . . . . .	6,64
— éreny, hengerezett . . . . .	22,06
— — huzalozott . . . . .	21,5
— — öntött . . . . .	21,16
— ezüst, huszasokban . . . . .	9,21—10,10
— — kalapált . . . . .	10,51
— — öntött . . . . .	10,47
— hamany . . . . .	0,86
— higany . . . . .	13,60
— horgany . . . . .	7,19
— keneny, öntött . . . . .	9,9
— kesreny . . . . .	8,03
— méreny . . . . .	5,70
— ólom . . . . .	11,33
— ón . . . . .	7,29
— pakfong . . . . .	8,54
— réz, huzalozott . . . . .	8,90
— — kalapált . . . . .	8,89
— — öntött . . . . .	7,79
— szikeny . . . . .	0,93
— vas, kovácsolt . . . . .	7,79



— vas, öntött . . . . .	7,21
— — termés . . . . .	7,77
Föld : agyag . . . . .	1,80—2,68
— keserű . . . . .	2,30
— kova . . . . .	2,74
— nehéz . . . . .	4,00
— mész . . . . .	1,84
Gyanta : ambra . . . . .	0,78—1,08
— asphalt . . . . .	1,07—2,06
— borostyán } . . . . .	1,07
— colophon }	
— kopal . . . . .	1,04—1,13
— közönséges . . . . .	1,09
— lakk . . . . .	1,20
— rug . . . . .	0,99
— szurok, fehér . . . . .	1,07
— terpentin . . . . .	0,99
— tömény . . . . .	1,17
Gyémánt . . . . .	3,44—3,55
Jég . . . . .	0,90—0,95
Kámfor . . . . .	0,98
Kén . . . . .	2,03—2,07
Kő : agát . . . . .	2,55—2,66
— alabástrom . . . . .	2,61—2,81
— amethyst . . . . .	2,65
— asbest . . . . .	0,90—2,67
— gránát, nemes . . . . .	4,10
— gránit . . . . .	2,73
— graphit . . . . .	2,25—2,43
— hegyi jegőcz . . . . .	2,65
— homokkő . . . . .	2,20—2,56
— jaspis . . . . .	2,50—2,82
— korund . . . . .	3,87—3,98
— kövesült fa . . . . .	2,64—2,67
— kréta . . . . .	2,66—2,80
— márvány . . . . .	2,52—2,84
— mészkő . . . . .	2,72
— rubin . . . . .	3,13—3,99
— saphir . . . . .	3,90—3,97
— smaragd . . . . .	2,69—2,77
— topáz . . . . .	3,50
— turmalin . . . . .	3,08
Löpor . . . . .	1,74
Méz . . . . .	1,45
Mezga . . . . .	1,31

Olaj : ánís . . . . .	0,99
— dió . . . . .	0,94
— fa . . . . .	0,91
— kömény . . . . .	0,93
— lavendula . . . . .	0,94
— lenmag . . . . .	0,94
— mák . . . . .	0,93
— mandula . . . . .	0,92
— naphta . . . . .	0,81
— repcze . . . . .	0,92
— rózsza . . . . .	0,83
— rozmarin . . . . .	0,91
— szegfű . . . . .	1,04
— terpentin . . . . .	0,87
Porcellán . . . . .	2,14—2,49
Sav : benzoe . . . . .	0,66
— borkő . . . . .	1,75
— china . . . . .	1,63
— citrom . . . . .	1,62
— eczet . . . . .	1,06
— kén, száraz . . . . .	2,12
— — angol . . . . .	1,84
— — szász . . . . .	1,86
— légeny . . . . .	1,58
— narancs . . . . .	1,01
— só . . . . .	1,19
Só : keserű . . . . .	1,75
— közönséges . . . . .	2,17
— rézgálicz . . . . .	2,19—2,23
— salitrom . . . . .	1,93
— szalamia . . . . .	1,43—1,45
— sziksó . . . . .	1,42
— timsó . . . . .	1,75
— vassgálicz . . . . .	1,83
Sőr . . . . .	1,02
Szén . . . . .	1,20—1,57
Tej . . . . .	1,02—1,04
Tyuktojás . . . . .	1,09
Üveg : közönséges . . . . .	2,45—2,89
— flint . . . . .	3,16—3,79
Vaj . . . . .	0,94
Vér . . . . .	1,05
Vilany . . . . .	1,77—1,82
Viz . . . . .	1,00
Zsir . . . . .	0,93

## II. FEJEZET.

### A folyadékok egyensulyi állapota az elemi erőkre nézve.

453) Az összetartás, tapadás, és vegyrokonság' vizsgálatából kénytelenek vagyunk következtetni, miszerint az anyagi elemek' testté egyesülhetési tehetsége nem egyéb, mint az eredeti, vagy elemi vonzó, és taszító erők' eredménye, valamint azt már a 45-dik szám alatt is említettük. E helyütt ezen erőkre nézve a folyadékok' egyensulyi állapotát, s az azzal kapcsolatban álló tünetményeket közelebbről tárgyalandjuk; mi hogy annak rendében megtörténhessen, néhány, a tapasztalatból elvont, és az eredmény által tökéletesen igazolt tételeket szükséges előre bocsátnunk.

a) Egyenmű folyadéknak minden részecskéi egyenlők lévén, hatásukat minden irányban egyenlő távolságra gyakorolják. Azon gömb-alakú tér, mellyre a középpontban létező részecske hatását érezhetőleg kiterjeszti, *hatáskör*-nek, s ennek sugara *hatásköri sugárnak* neveztetik.

b) Minden folyadéknak részecskéi hatnak egymásra vonzólag, és taszítólag, azon különbséggel, hogy vonzó erejüket nagyobb, taszító erejüket pedig kisebb hatáskörre terjesztik. Így például ha *a* részecske (227. rajz) taszító erejének hatásköre *b*, vonzó erejének hatásköre *c* nagyobb sugarú lesz. Ezen hatáskörök érzékünkre nézve olly parányiak, hogy nagyságukat megmérni teljesen képtelenek vagyunk; de mégis elegendő nagyok arra, hogy bennük igen sok folyadék-részecske elférjen.

c) Minthogy minden egyes részecskének vonzó, és taszító ereje vagyon, és ezen erők ellenirányuak, világos, miként a belőlük eredő hatás különzékeikhez egyenlő, és a mint vagy a vonzó, vagy a taszító nagyobb a másiknál, akkép az eredő hatás is ollyan leend. Mellyik nagyobb? az függ az egymásra ható részecskék' egymástóli távolságától; ha ez nagyobb, mint a taszító erő' hatáskörének sugara, nagyobb a vonzó erő;

227. rajz.



ha pedig távolságuk kisebb a taszító erő hatásköri sugaránál, nagyobb a taszító erő. Ez különösen a távolság kisebbedésével igen hirtelen roppant hatással működik.

454) *A folyadék' részecskéinek elemi erők által eszközölt nyugvási állapota.*

a) Azon  $a$  részecske, (228. rajz) mellynek a folyó tömeg' legszélsőbb rétegétől vett  $ad$  távolsága nagyobb, mint tulajdon hatás-

228. rajz.



körének  $ac$  sugara, az  $a$  hatáskörében létező többi részecskék' hatása által semmiféle mozgásra nem ösztönöz-tethetik. Mert ha  $m$  pontból  $a$  pon-ton keresztül egy vonalt képzelünk, ezen vonalba eső  $n$  részecske épen akkora erővel vonja  $a$  részecskét maga felé, mint az egyenlő távolság-ban létező  $m$  részecske; de ezen von-zó erők  $a$  részecskére nézve ellen-irányuak, tehát egymást megsemmi-

sítvén úgy tekinthetők, mintha nem is léteznének; minthogy ugyan-ez áll az  $a$  részecske' hatáskörében létező többi részecskékről is, látnivaló: miként a folyadék szélső rétegétől valamelly megmérhető távolságra eső  $a$  és egyéb részecskék minden irányban egyenlő erőket érezvén, tökéletes nyugvási, és valamelly más erőtől okozandó mozgásra nézve közönyös állapotban léteznek. — Ebből ért-hetni: miért annyira mozgékonyak a szélső rétegen belől eső fo-lyadék-részecskék, hogy még a legfinomabb porszem' nyomásának is engednek, midőn azt az edény' fenekére leszállani engedik. Ezen mozgékony-ság azonban nem minden folyadékban egyenlő; legna-gyobb találta-tik a folyó könkénegben, és könszénegben; kisebb az égvényben, és borszeszben, még kisebb a vízben, és végre az olajban.

b) Olly részecskék, mellyeknek a folyadék' színétől távolsá-guk a vonzó erő' hatásköri sugaránál kisebb, a taszító erő hatásköri sugaránál pedig nagyobb, a folyó tömeg' belseje felé érezhető von-zásnak vannak kitéve. Ezen állítás kitüntetése végett, legyen  $a$  részecske (229. rajz), mellynek taszítási hatáskörét  $b$ , vonzási hatáskörét pedig  $cmm'c'n'nc$  gömb-metszések jelentik. Föltéve, hogy ezen  $a$  részecskének a folyadék' egyenes lapú  $mn$  színétől









melly ok miatt  $abcd$  (231. rajz) hasábalakú, látnivaló, miként azon ok megszűntével hasáb-alakjában meg nem maradhat; mert  $a, b, c, d$  csucsei, és élei, mint



legdomborúbb felületek befelé legnagyobb vonzást érezvén benyomulnak, a hasáb egyenes felületei pedig kitolódnak, és a hasáb körülbelül olly hengerré válik, mellynek  $ab$ , és  $cd$  alapjai domboruak; ennek megtörténtével még nem állott be az egyensúly; mert  $ab$  és  $cd$  domború alapok befelé még most is nagyobb vonzást éreznek, mint  $ad$ , és  $bc$  oldalak, tehát azoknak behuzódniok, ezeknek pedig kinyomulniok mindaddig kell, míg ezen csekély víztömeg' felületének minden része egyenlő domborodást nem nyer, azaz míg  $ef$  gömbalakot nem képez, mellyet *csöpp*-nek nevezünk. Ugyanezen működés történik az üres csöppnek képződésében is, melly *buborék*-nak mondatik; mert a mint valamelly folyadék' belsejébe levegő vezettetik, az kisebb, és nagyobb görbületű felületektől környeztetik; tehát  $m$  és  $n$  (232. rajz) kisebb

232. rajz.



homorodások a folyadék' tömege felé nagyobb erővel törekedvén egymástól távolulnak, és még inkább meghomorodnak,  $o$  és  $p$  nagyobb homorodások pedig a helyet engedő lég' helyébe nyomulnak mindaddig, mind a léget bezáró folyadék' felülete mindenhol egyenlő' homorodású nem lesz, azaz míg  $qr$  gömbalakú buborék nem képződik. — A szappan hólyagok' alakulásában kívülről a tömör, belülről az üres csöppeket képző erők együtt munkálkodnak. — Ha két csöpp  $A$  és  $B$

233. rajz.

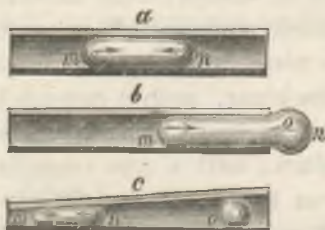


(233. rajz) egymást megérintik, azonnal egy  $C$  csöppé alakulnak; mert legelőször is  $m$  és  $n$  domborodások befelé nagyobb erővel vonatván, mint  $o$  és  $p$  horpadások, ezeknek tehát kinyomulniok kell, és így a két csöppből előbb egy kerülékded (ellipsoid) alakú csöpp keletkezik, melly azután a már leirt módon a pontokkal jelentett gömbalakú  $C$  csöppé változik.

456) Minthogy a folyó test' domború felülete a tömeg' belseje felé folytonosan, és annál ébreen vonatik, minél nagyobb annak domborodása, következik: hogy a csöppnek felülete is középpontja

felé annál nagyobb erővel vonódni iparkodik, minél kisebb a csöpp; tehát a csöpp' belseje, legyen az tömör, vagy üres, bizonyos erővel folytonosan szoríttatik. Ezen minden irányban egyenlő szorításnak eredménye a tömör csöppeknél abban áll, hogy azok, ha kisebb tömegűek, minden nehézségük dacára gömb idomot képezni, és azt, ha igen kicsinyek, tetemes erővel megtartani törekszenek. Ezen állítás igazságát a következő tűnemények is bizonyítják: Egy fektmentesen helyezett egyenüregű *a* csöbe (234. rajz) tett *mn* hi-

234. rajz.



gany, helyét nem változtatja; mert *m* és *n* részek domborodásukhoz arányzott erővel a nyilakkal jelentett irányban törekszenek ugyan mozdulni, de mivel domborodásaik egyenlők, irányaik pedig ellenkezők, nem mozdulhatnak. Ha azonban a *b* csöbe zárt higany oszlopocskának *n* végével egy nagyobb *o* csöpp érintésbe hozatik, az a fektmentes csövből *n* felé egészen kifoly; mert *m*-nél nagyobb domborodás lévén, mint *o*-nál, attól *e* felé nagyobb erővel szoríttatik. Hasonló okból az egyenetlen üregű, de alsó oldalával fektmentesen helyezett *c* csöbe eresztett higany is a csö' szűkebb *m* végétől annak tágabb ürege felé mozdul, míg *o*-ban gömb-idomot nem képez, vagy ha azt a csöben nem tehetné, míg abból ki nem szoríttatik. Az üres, vagy inkább léggel telt csöppben pedig a levegő valamennyire összenyomatik, minekokaért, ha nyilást talál, abból teljesen kitakarodik. Tapasztalhatni ezt egy szappan-hólyagban, mellynek nagysága, ha a csö' vége bedugva tartatik, változatlanul megmarad; de ha az tárva áll, a hólyag azonnal kisebbedik, míg a csö' végén egy tömör csöppbe össze nem vonul.

*Jegyzék.* A mondottak szerint tehát minden folyadék' kis tömege, ha idegen befolyás által nem gátoltatik, gömb-idomú csöppeket képez, mint ezt az üveg táblára hintett higanyban, vagy finom gyánta-porral bevont táblára eresztett vízben láthatni. A folyadékok' e tulajdonsága alapul szolgál a sörét-készítésben. Hogy a folyadékok' nagyobb tömegei teljes gömb-idomú csöppeket nem képezhetnek, onnét van, mivel azokban a csöppet összeszorító erő már kisebb, mintsem a tetemes súlyú tömeget gömb-idomban tartani bírná.

*Jegyzék.* A mondottak szerint tehát minden folyadék' kis tömege, ha idegen befolyás által nem gátoltatik, gömb-idomú csöppeket képez, mint ezt az üveg táblára hintett higanyban, vagy finom gyánta-porral bevont táblára eresztett vízben láthatni. A folyadékok' e tulajdonsága alapul szolgál a sörét-készítésben. Hogy a folyadékok' nagyobb tömegei teljes gömb-idomú csöppeket nem képezhetnek, onnét van, mivel azokban a csöppet összeszorító erő már kisebb, mintsem a tetemes súlyú tömeget gömb-idomban tartani bírná.

## II. Czikk.

### A hajcsövességről.

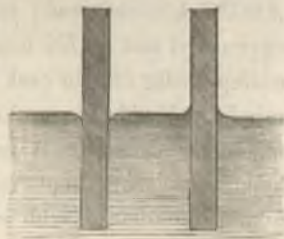
457) Azon csők, melyeknek átmérője körülbelül  $1\frac{1}{2}$  vonalnál kisebb, *hajcsövek*-nek, a bennök létező folyadéknak pedig, részint ön részecskéire, részint a cső' oldalára gyakorlott hatása által létesített tűneményei *hajcsövesség*-nek szoktak neveztetni; ámbár azon tűnemények a jóval tágabb üregű edényekben is, de kevesebb határozottsággal, észrevehetők.

458) A hajcsövességi tűnemények' tárgyalásának alapjául szolgál a folyadékok' különben fektentes színének azon módosítása, mely mindannyiszor létre jő, a mennyiszer azok valamely szilárd testtel érintkezésbe hozatnak. Evveli megismerkedés végett töltések egy nem igen bő szájú edénybe olyan folyadék, mely az edény' oldalát meg nem nedvesíti, — például üveg-pohárba higany; megszirozott, és azután finom gyánta-porral behintett pohárba víz — annak felszíne az edény' oldalai mellett érezhetőleg lejjebb álland, mind az edény' közepén, a folyadék' színe tehát domború felületet képez (235. rajz). Ha ellenben az edénybe, ezt nedvesítő folyadék — például üveg-pohárba víz, vagy ezüst edénybe higany — töltetik, annak színe az edény' oldalai mellett fölebb áll, mint közepén, tehát

235. rajz.

236. rajz.

237. rajz.



homorú felületet képez (236. rajz). A folyadék' fektentes színe hasonló módosítást szenved, ha beléje valamely szilárd test mártatik; mert az, ha emezt meg nem nedvesíti, körülötte behajlott felületet képez, különben pedig mellette köröskörül fölemelkedik (237. rajz). E folyadék-felületi módosításnak oka abban áll, hogy



az edényt, vagy a belemártott testet meg nem nedvesítő folyadék' részecskéi egymásra nagyobb vonzó erővel hatván, mint az említett testekre, a mennyire a körülmények engedik, csöppalakot, tehát domború felületet törekszenek képezni. Az edényt vagy be-mártott testet nedvesítő folyadéknak részecskéiben pedig nagyobb az említett testek iránti tapadás, mint az egymásra gyakorlott vonzás (40); miokért az edény' oldalát és bemártott test' felületét érintő folyadék-részecskék valamennyire fölemeltetvén, a velük összefüggő szomszéd részecskéket is magok után vonják, és ekkép homorú felületet képeznek. Ennek előre bocsátása után már könnyű a hajcsövességi tüneteményeket értelmezni.

459) Ha  $AB$  hajcső (238. rajz) folyadékba mártatik, mely-

238. rajz.



nek felszíne egyenes  $MN$  lapot képez, a közösülő csők, vagy edények' elmélete nyomán első tekintetre hajlandók volnánk azt következtetni, hogy a hajcsőbe tódult folyadék' magassága egyenlő leend a csőn kívüli-ével, azonban a tapasztalás ellenkezőt tanusít; mert a csőt megnedvesítő folyadék abban  $EF$ -en felül, például

$CD$ -ig emelkedik, a csőt meg nem nedvesítő folyadék pedig  $EF$ -en alol, például  $B$ -nél álland meg. Ezen tünetemények' megfejtése végett képzeljük  $AB$  csőt a folyadékban úgy folytattatni, hogy legyen  $ABGHI$  közösülő cső; ennek  $III$  szárában létező folyadék' sulya egyensúlyt tart az  $EG$  magasságú folyadék-oszlop' sulyával,  $CEFD$  oszlop pedig csupán csak a folyadék-részecskéknek mind egymásra, mind a cső' oldalára gyakorlott hatásuk által tartatik fönn. Ugyanis midőn  $AB$  csőbe az azt megnedvesítő folyadék betódul, az azonnal homorú felszint képezvén,  $EF$ -nél meg nem állapodhatik; mert homorú felülete kisebb erővel vonatik az alsóbb réteg által lefelé, mint  $III$  csőben létező folyadéknak egyenes lapú  $IK$  felülete (454), tehát olly magasra kell emelkednie, míg  $CEFD$  fölemelt oszlop a homorú  $CD$  felületre működő vonás' hiányát sulyával nem pótolja. Ellenben midőn  $AB$  üvegcső azt meg nem nedvesítő folyadékba, például higanyba mártatik, az a csőben domború felületet képezvén lefelé nagyobb vonást érez, mint a csőnek képzelt szárában

létező higanynak egyenes lapú felszíne, tehát egyensúlyi állapotban annyival alantabb kell állnia, mennyivel amannál erősebben vonatik lefelé.

460) *A folyadékoknak különböző hajcsövekbeni fölemelkedése, vagy lenyomulása megfordított viszonyban áll azoknak átmérőjével.* Mert ha ama vonási tulsulyt, mellyel *IK* egyenes felület (238. rajz) lefelé jobban vonatik, mint *CD* homorú felület, azon körvonalra gondoljuk alkalmazva, mellyben *CD* homorú felület a cső oldalát köröskörül érinti, akkor a dolgot úgy vehetjük, mintha ezen körvonalban működő tapadási erő tartaná a fölemelt *CEFD* folyadék-oszlopot. E szerint két különböző hajcsőnek körvonalát nevezvén *L* és *l*-nek, a bennük fölemelt egynemű folyadék-oszlopoknak pedig alapját jelentvén *A* és *a*-val, hosszúságát *H* és *h*-val, álland a következő arány:

$$AH : ah = L : l, \text{ vagy}$$

$$H : h = \frac{L}{A} : \frac{l}{a};$$

de  $L = \pi D$ ,  $l = \pi d$ ;  $A = \frac{1}{4} \pi D^2$ ;  $a = \frac{1}{4} \pi d^2$ ; ha t. i. a csők' átmérőjét *D* és *d*-vel fejezzük ki; lesz tehát:

$$H : h = \frac{4\pi D}{\pi D^2} : \frac{4\pi d}{\pi d^2}; \text{ azaz:}$$

$$H : h = \frac{1}{D} : \frac{1}{d}.$$

Hasonlókép be lehet bizonyítani, hogy két egymás mellé helyezett tábla között a folyadék csak felényi magasságra emelkedik, mint azon hajcsőben, mellynek átmérője a táblák' egymástóli távolságához egyenlő. Mert ezen esetben, ha *d* a táblák' egymástóli távolsát, *l* pedig azon vonalak' összetett hosszúságát jelenti, mellyekben a

fölemelkedett folyadék' színe mindegyik táblát érinti, lesz:  $a = \frac{ld}{2}$ ;

tehát a fönebbi második arány e következőbe megy által:

$$H : h = \frac{4\pi D}{\pi D^2} : \frac{2l}{ld}, \text{ vagy}$$

$$H : h = \frac{2}{D} : \frac{1}{d}; \text{ és ha } D = d, \text{ mint föltételezte-}$$

tik, lesz:  $H : h = 2 : 1$ ; honnét a táblák közti fölemelt víz'

magassága: 
$$h = \frac{H}{2}.$$

*Jegyzék.* A hajcsövesség' előadott törvényeiből már többféle tünemények értelmezhetők. Így :

a) Ha a vízből kiemelt hajcső függélyes állásban tartatik, hogy alsó végén csöpp képződhessen, a benne maradt vizoszlop jóval magasabb lesz annál, mely a vízbe mártás közben emelkedett föl; mert ha a kiemelt csőnek alsó végén a víz egyenes lapot képezne, a benne maradt vizoszlop előbbi hosszúságát megtartaná; most azonban az alsó végén képződött csöppnek egy része a domború felületére működő hatás miatt a csőbe fölszorítatik.

b) Ha egy kupalakú, és sekmentesen helyezett csőnek tágabb nyílásába egy csöpp víz eresztetik, az a csőnek szűkebb vége felé sietend; mert a csőbe eresztett vizoszlopnak mind a két vége homorú, de a tágabb nyílásnál kevesebbé, onnét tehát a szűkebb nyílás felé nagyobb vonzást érez. Épen ellenkezőleg történik a dolog, ha az üvegsőben víz helyett higany létezik (456).

c) Ha  $AB$  edénybe (239. rajz), mely  $CD$  hajcsővel közösül, annyi viz töltetik, például  $mn$ -ig, míg annak felülete a hajcsőben végső  $D$  pontot el nem éri, töltethetik abba továbbá még több víz is a nélkül, hogy a hajcsőn kifolyna; mert a mint  $AB$  edényben a víz' magassága nő, úgy a hajcsőben létező víz felszínének homorúsága kisebbedik, s mikorra az edényben  $op$ -ig ér, a hajcsőben tökéletes egyenes lapot képez, és így az edényben létező vízzel folytonosan egyensúlyt tart. De még akkor sem fog a hajcső végén kifolyni a víz, ha az az edénybe  $EA$ -ig, azaz annyival magasbra hág, a mennyivel előbb a hajcsőben  $mn$  fölött állott; mert ekkor  $D$ -nél domború felület keletkezik. Ha azonban az edénybe  $AE$  fölül viz töltetnék, már ekkor a  $D$ -nél létező csöpp' hártýája mintegy megreped, és a fölösleges víz kifoly.

239. rajz.



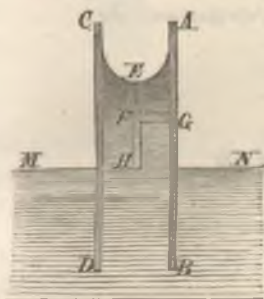
d) A hajcsövességen alapul a folyadékoknak szivacsba, czukorba, vászonba, itató-papirosba, fába s. t. eff. nyomulása; vízzel telt földre rakott száraz homoknak, vagy oda épített házfalaknak megnedvesedése; viasznak, fagygyunak, és olajnak a gyertya- és lámpa-beleken fölemelkedése, megnedvesített köteleknek, növény-magoknak, faeszközöknek megdagadása; mi olly erővel történik, hogy általuk roppant ellenállások is meggyőzethetnek. Így erős edényeket lehet szétpukkantani, ha a bennök létező száraz bab, vagy borsó hézagai vízzel betöltetvén, erőscn bedugatnak; malom-köveket lehet szétrepeszteni, ha közép lyukjuk puha fával beékeltetvén, ez elegendően nedvesen tartatik, s. t. eff.

e) Végre ide tartozik a folyadékoknak némelly hártýákon, vagy bármelly finom likacsokkal bíró anyagokon keresztül történni szokott ki vagy beszívárgása (Exosmose, Endosmose). Így ha egy bekötött hólyagban létező víz-

zel kevert borszesz szabad légen tartatik, abból nagyobb részint a víz kiszivárogván elpárolog, a borszesz pedig töményebbé lesz; ha a borszeszt foglaló hólyag vízbe tétetik, abba annyi víz fog beszivárogni, hogy el is pukkanhat, s. t. eff.

461) Hajcsővesség által a folyadékba mártott testek bizonyos körülményekben igen szembeszökő mozgásokat tesznek. Így a vízbe, mellynek felülete  $MN$  (240. rajz) egymáshoz olly közel állított  $AB$  és  $CD$  üveg-táblák, hogy a közöttük homorú felületet

240. rajz.



képző víz  $AC$ -ig fölemelkedjék, magokra hagyatván, felső részeikkel egymáshoz közelednek, holott első tekintetre a köztük létező víznek nyomása miatt épen ellenkezőt lehetne gyanítani. Ezen váratlan tűneménynek érthetése végett képzeljünk a homorú felület' közepéből  $E$ -ből  $F$ -ig egyenesen leszálló, onnét pedig  $AB$  üvegtábla  $G$  pontjáig folytatott oszlopocskát, ennek egyenes lapú  $G$  vége jobban vonatik  $F$  felé

mint  $E$  homorú vég, és pedig azon erőnagysággal, melly a fölemelt  $EH$  vizoszlop súlyával egyenlő. De  $G$  pontra működő, és  $F$  felé irányzott vonásnak azon részét, melly a  $G$  területet nyomó  $EF$  vizoszlop' súlyához egyenlő, az ellenható hígnyugtani nyomás lerontja; tehát a  $G$ -re ható vonásból még fönmarad  $FH$  vizoszlop' súlyához egyenlő vonás. Miből látnivaló, hogy  $AB$  táblának  $MN$  vízszin fölötti, és a hajcsővesség által fölemelkedett víztől érintett részének pontjai annál nagyobb erővel vonatnak befelé, minél magasabban vannak a táblákon kívüli víznek  $MN$  felülete fölött. Az  $MN$  felület alatt létező tábla-részek pedig hasonló közeledésre nem ösztönöztetnek; mert mind a két oldaluk a víztől ellenkező irányban egyenlően vonatik.

Jegyzék. Az imént értelmezett tűneményen kívül még más ugyanazon okon alapult tűnemények is nevezetre méltók. Így a pohár párkányán fölül töltött víznek domború felületére helyzett fagolyó a pohár' párkányától a domborodás ellen uszik, és annak csak a legmagasabb pontján állapodik meg; ellenben, ha a homorú víz' felületnek legmélyebb pontjára tétetik, onnét a pohár' oldalához siet. Két megnedvesített, vagy két meg nem nedvesedett golyó a víz' színén egymást élénken vonni; egy megnedvesedett, másik meg



nem nedvesedett pedig magától taszítani látszik (241. 242. 243. rajzok). Csak az előbbi okból érthetni, miért tapad két egyenesre csiszolt üveg, kő,

241. rajz.

242. rajz.

243. rajz.



vagy fémtábla annál nagyobb erővel össze, minél vékonyabb a közibük szorult vizréteg; miért állanak össze a megnedvesített homok-, vagy agyag-részek; miért olly nehéz rólunk fürdés alkalmakor a nedves ruhát levetni, vagy a megnedvesedett papir leveleket egymástól elválasztani, stb.

## NEGYEDIK SZAKASZ.

### Higmoztan.

(*Hydrodynamica*).

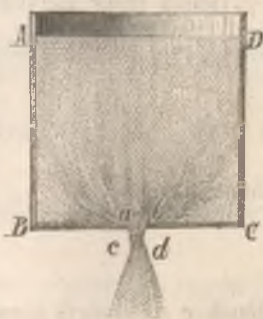
462) A *higmoztan* a folyadékok' mozgásával foglalkozik. A folyadékok' elkülönzött tömegei, nem különben mint a szilárd testek a közönséges mozgási törvényeknek vannak alá rendelve; de mivel részecskéiknek fölötté nagy mozgékonyága miatt belsejükben olyan mozgásokat is vehetnek föl, millyenre a szilárd testek nem alkalmasak, világos: hogy a folyadékok' mozgása különösen tárgyalandó. — Jelen szakaszban a folyadékoknak csak azon mozgására terjeszkedünk, melly a nehézségi erő' működésén alapul, és azt *haladó* és *hullámzó* mozgásra osztjuk.

## I. FEJEZET.

### A folyadékok' haladó mozgásáról.

463) Minthogy az edényben létező víz, annak mind feneke, mind oldala felé nyomatik, következik, hogy ha az edény' fenekén, vagy oldalán nyílás támad, annak azon kifolynia kell. Ha a fenék-nyílás *ab* (244. rajz) az *ABCD* edény' bőségére nézve kicsiny,

akkor folyás közben a viz' fölszine fekkentes marad mindaddig,  
244. rajz.



míg a nyílás fölött annak körülbelül nyolczszoros átmérőjével egyenlő távolra vagyron; azután a nyílás fölött annál inkább, minél közelebb jut hozzá, belapul; s végre tölcser-alakot ölt fel. Ezen tünemény az edényben létező folyadék' részecskéinek sajátsgos mozgásán alapul; ezek t. i. folyás közben az említett mélységig függélyes irányban szállnak lefelé, azután pedig a nyílás felé görbe vonalakban sietnek, mellyek az oldal-nyílásnál még alulról fölfelé is kanyarodnak.

Mindezen mozgásokat vízbe kevert borostyánkő porának segítségével lehet láthatókká tenni.

464) Az edénynek bármelly részén létező nyílásából a viz' akkora sebességgel foly ki, a mekkorát volna nyerendő, ha a viz' felszínétől a nyílás' középpontjáig szabadon esnék.

a) Föltevéen előlegesen, hogy ABCD (245. rajz) edény' fenekének vastagsága, vagyis ezen fenéken létező  $ab$  nyílásnak magassága  $= h$ , világos: miszerint  $ab$  nyílásbani  $ab \cdot h$  vizoszlopocskának alapja kifolyásra késztetik ezen oszlopocskának súlyától, melly  $= ab \cdot h \cdot s$ , ha  $s$ -el a viz' fajsúlyát jelentjük, és nyer bizonyos sebességet, melly legyen  $= c$ .

245. rajz.



Ha pedig a nyílás fölötti viznek fölszine  $de$ , és magassága  $ad = H$ , akkor  $ab \cdot H$  vizoszlopoknak alya kifolyásra,  $ab \cdot H \cdot s$  súly által sürgettetik, és nyer  $C$  sebességet. Ezen

két esetbeni sebességek annál nagyobbak, minél nagyobbak az őket létrehozó nyomások, és minél hosszabbak  $T$  és  $t$  idők, mellyek lefolyta alatt az illető nyomások működnek; áll tehát:

$$C : c = ab \cdot H \cdot s : T : ab \cdot h \cdot s \cdot t, \text{ vagy}$$

$$C : c = HT' : ht; \text{ ugy de}$$

$$T : t = \frac{1}{C} : \frac{1}{c};$$

mert minél nagyobb  $C$  sebesség  $c$ -nél, annál kisebb  $T$  idő  $t$ -nél; minthogy a magasabb vizoszlop által nyomtatott víz a nyíláson hamarabb átsurran, és így a nyomásnak rövidebb ideig vagyon kitéve; lesz tehát a két utolsó arányból:

$$C : c :: \frac{H}{C} : \frac{h}{c}, \text{ vagy}$$

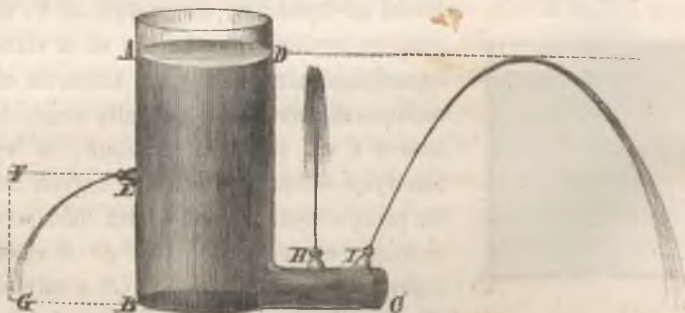
$$C^2 : c^2 = H : h, \text{ vagy}$$

$$C : c = \sqrt{H} : \sqrt{h}; \text{ honnét}$$

$$C = c \sqrt{\frac{H}{h}};$$

de a fölötte kis magasságú  $ab \cdot h$  oszlop' alyjának  $c$  sebességét épen úgy tekinthetni, mintha az a  $h$  vastagságú fenék' nyílásán szabad eséssel eszközöltetnék, tehát  $c = 2\sqrt{gh}$  (315. e); melly értéket az előbbi egyenletben helyettesítvén lesz:  $C = 2\sqrt{gH}$ ; mi nem egyéb, mint az edényben létező viz' magasságán szabad eséssel nyerendő sebesség.

b) Ugyanezt lehet bebizonyítani az oldalnyíláson kilövellő vizsugar sebességéről is. Ugyanis ha  $ABCD$  edénynek (246. rajz)  $E$  nyílásán kiömlő viz-részecskék szabadon esnének, bizonyos  $t$  246. rajz.



idő alatt  $EB$  magasságot futnák meg, és így lenne  $EB = a = gt^2$  (315. b); de ezen utat le nem irhatják, mert  $c$  sebességgel fekvő irányban taszítatván  $t$  idő alatt  $EF = BG = b = ct$  (240) tért törekszenek megfutni, és így egyszerre két irányban hajtattván  $EG$  hajtálék-ágot irnak le (343). Minthogy pedig mind  $a$ , mind  $b$  úgy tekintethetők, mint ismeretes mennyiségek, mivel kísérletkor

megmérhetők, léssen az első egyenletből  $t = \sqrt{\frac{a}{g}}$ , és a má-

sodikból  $c = \frac{b}{t}$ ; ez utóbbi kitételben az előbb kifejezett  $t$  értékét

helyettesítvén, lesz  $c = b \sqrt{\frac{g}{a}}$ ; avagy  $c^2 = \frac{b^2 g}{a}$ ; ezen egyenlet'

mindegyik tagját  $4g$ -vel elosztván  $\frac{c^2}{4g} = \frac{b^2}{4a}$ ; de  $\frac{c^2}{4g}$  nem egyéb mint

a  $c$  sebességnek megfelelő magasság (315.  $f$ ); tehát  $\frac{b^2}{4a}$  szintén

azon magasságot jelenti, melyet általánosan nevezvén  $h$ -nak, lesz:

$$\frac{c^2}{4g} = h, \text{ és innét } c = 2 \sqrt{gh}.$$

c) Ha  $ABCD$  (247. rajz) edénynek fekkentes  $II$  nyílásán a víz kibocsáttatik, az a fölfelé hagyított test gyanánt egyenesen fölfelé valamely  $c$  sebességgel szökik, és ugró sugart képez, mellynek magassága a nyomó víz' színéig soha föl nem ér; mert mozgásának különféle akadályok szegülnek ellen; ilyenek a víz-részecskéknek nem egészen tökéletes mozgékonyasága, azoknak a nyílás oldaláhozi surlódása, és tapadása, a lég' ellenállása, a visszaeső víz-részecskéknek a fölfelé törekedőkbei ütközése, és ezek által tartandó sulya; de ha ezen mozgási akadályok a lehetőségig kisebbittetnek, például ha a vizsugar  $I$  nyíláson ferde irányban fölfelé eresztetik, annak függélyes magassága a nyomó víz' magasságát már jóval is inkább megközelítendi; honnét következtetjük: miszerint az ugró sugar a nyomó víz' magasságát tökéletesen elérné, ha az említett akadályok egészen elmellőztethetnének. De olly sebesség, mellyel a fölfelé hagyított test bizonyos  $h$  magasságig akadályok távollétében följuthatna, egyenlő azon végső sebességhez, melyet a test,  $h$  magasságról szabadon esve, volna nyerendő (342.  $d$ ); tehát ezen esetben is  $c = 2 \sqrt{gh}$ .

*Jegyzék.* A kifolyási sebességnek kitételéből látható, miként az a folyóság' fajsúlyától teljesen független. Egy tehát a többi körülmények egyenlősége mellett a kifolyási sebesség, akár víz, akár higany létezzék az edényben, noha a higany 13,6-szor sűrűbb a viznél; mert bizonyos magasságú higany 13,6-szor nagyobb nyomást eszközöl ugyan, mint azon magasságú víz,



de a nyíláson kifolyó higanynak ugyanazon sebesség' elnyerésére szintén 13,6-szor nagyobb erő fordítandó.

465) Tudva lévén a nyíláson kifolyó viz' sebessége, már könnyű annak bizonyos  $t$  idő alatt kifolyandó mennyiségét is meghatározni, azon esetre, ha az edényben létező viznek magassága, a máshonnan beléfolyó viz által folytonosan változatlan marad; mert a nyíláson egy mperez alatt kifolyó víztömeg egyenlő azon oszlop' tömegéhez, mellynek alyját a nyílás' területe, hosszát pedig a kifolyási sebesség képviseli; a nyílás' területét nevezvén  $f$ -nek, lesz 1 mperezben kifolyt víztömeg  $= fc$ , és a  $t$  idő alatt kifolyt mennyiség lesz:

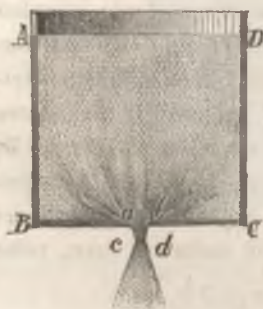
$$M = ftc \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I),$$

vagy a  $c$  értékét helyettesítvén:

$$M = 2ft \sqrt{gh} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (II).$$

Ezen vízmennyiség *föltételezett*-nek hivatik, mert csak azon föltétel alatt igaz, ha a vizsugar' átmérője mindenhol egyenlő a nyílás átmérőjéhez, melly föltétel azonban a tapasztalatban többnyire hiányzik; mert a nyíláshoz közel eső vizrészek a nyílás felé ferde irányban sietvén, irányukat még magában a nyílásban is nagyobb résznél megtartják, és ekkép a nyíláson túl körülbelül másfél nyílás átmérőnyi távolra egy összehuzott sugart képeznek, mellynek  $cd$  átmérője (247. rajz) vagy a nyílás  $ab$  átmérőjéhez, mint 4:5.

247. rajz.



Ezen *sugar-összehuzódás* eredménye az, hogy  $ab$  nyíláson csak annyi viz foly ki, a mennyi  $cd$  átmérőjű nyíláson ugyanazon idő alatt összehuzódás nélkül folyhatna. A valódi kifolyó vízmennyiség kikutatására tehát szükséges tudni azon viszonyt, melly a föltételezett, és valódi vízmennyiség között áll, az pedig ekkép lelhető föl:  $M = 1$  legyen a föltételezett,  $m$  pedig a valódi kifolyó vízmennyiség, és  $\mu$  jelentse a közöttük fönnálló viszonyt, melly egy szóval *összehuzó-*

*dási relexiónak* neveztetik, lészen:

$$M : m = 1 : \mu, \text{ és innét}$$

$$m = \mu M,$$

$M$ -nek a (II) képletben kifejezett értékét helyettesítvén:

$$m = 2\mu ft \sqrt{gh} \quad . \quad . \quad . \quad (III);$$

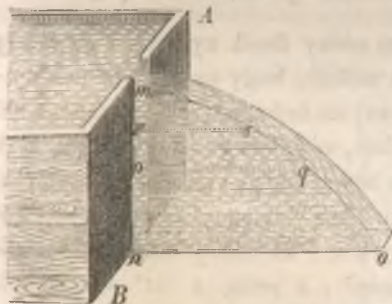
azaz: a  $t$  idő alatt valódiilag kifolyó vízmennyiség kifejezhető, ha a feltételezett vízmennyiség az összehúzódási velejáróval szoroztatik.

*Jegyzék.* Az összehúzódási velejárónak értéke az előbbi arányból kifejezve  $\mu = \frac{m}{M}$ . Miből látnivaló, hogy azt valamelly nyílásra egyszer minden-

korra meghatározhatni, ha a nyíláson bizonyos ideig valódiilag kifolyt víztömeg elosztatik a föltételezett víztömeggel. Értéke többnyire törött szám, de nagyságára nézve a nyílás' módosításához képest különböző lehet. Így *Newton*, *Bernoulli*, *Abbe Bossut*, *Eytelwein*, s mások' határozatai szerint  $\mu = 0,62$ , ha a nyílás vékony lemezen vagyon. Ha a nyílás' szájára egy hengeralakú cső vagyon alkalmazva, melynek hossza 2—4-szernyi a nyílás átmérőjénél  $\mu = 0,812$ . Ha a nyílás' szájcsője az összehúzott vizsugar' alakja szerint képeztetett kup, akkor  $\mu = 0,92$ . Lehet azonban a nyílást szájcsőekkel is ellátni, hogy a nyíláson valódiilag kifolyó vízmennyiség jóval is meghaladja a föltételezettet; például: ha az edény' nyílására olly szájcső tétetik, melynek eleje az összevonult vizsugar formájára szűkített, vége pedig töltcsér-alakuvá tágított, akkor  $\mu = 1,5$ ; azaz: ezen esetben másfélszer annyi víz foly ki a nyíláson, mint a föltételezett mennyiség.

466) Ha  $AB$  (248. rajz) viztartó  $mn$  oldalnyílása a viz' színig hat, az azon kifolyó vízmennyiséget (III) képlet szerint nem lehet meghatározni; mert ezen

248. rajz.



esetben a nyílás' középpontjától a viz' színeig számított magasságnak megfelelő sebesség a közép sebességnél jóval is nagyobb. Tehát e célra más utleszen választandó. Ha a viztartó akkora befolyással bir, miként a viz' felszíne mindig egyenlő magasságban maradjon, akkor a nyílásnak legalsóbb pontján

kilövellő vízszál  $mn = h$  magasságnak megfelelő sebessége lesz:  $c = 2\sqrt{gh} = no$ ; a nyílás'  $p$  középpontjánál kiszökő vízszál' se-

bessége leend:  $c' = 2\sqrt{\frac{gh}{2}} = pq$ ; és hasonlókép  $m$  és  $p$  kö-

zötti  $r$  középpontnál kifolyó vizszál' sebessége  $c'' = 2\sqrt{\frac{gh}{4}} = rs$ .

A tekintetbe vett  $n, p, r$  pontoknak megfelelő sebességeket jelentő  $no, pq, rs$  vonalaknak végső pontjait összekötvén, ered  $msqo$  görbe vonal, melly nem egyéb, mint a hajtaléknak ága; mert áll ezen

arány:  $\sqrt{h} : \sqrt{\frac{h}{2}} : \sqrt{\frac{h}{4}} = no : pq : rs$ , vagy

$$h : \frac{h}{2} : \frac{h}{4} = no^2 : pq^2 : rs^2$$

de  $h, \frac{h}{2}, \frac{h}{4}$  a leirt görbének metszékei,  $no, pq, rs$  pedig annak rendékei; tehát  $msqo$  görbe csakugyan hajtalékág. Ebből kitetszik, hogy  $mn$  nyílason 1 mpercz alatt kifolyó viz' mennyisége olly hasábot képez, mellynek alapjául a hajtalék  $mno$  területe, magasságául pedig a nyílás' szélessége  $= b$  szolgál; minthogy a hajtalék tulajdonságánál fogva  $mno = \frac{1}{3} mn \cdot no = \frac{1}{3} h^2 \sqrt{gh}$ ; lesz 1 mpercz alatt kifolyó vízmennyiség  $= \frac{1}{3} bh^2 \sqrt{gh}$ , melly mennyiséget a kiömlő vizsugar' összehuzódása miatt még a föllebb tárgyalt  $\mu$  velejáróval is szükséges szorozni, és így  $t$  idő alatt a valódilag kifolyó vízmennyiség leend:

$$M = \frac{1}{3} \mu b h^2 \sqrt{gh} \quad . \quad . \quad . \quad (IV).$$

467) Ha  $ABCD$  (249. rajz) edény' fenék nyílásán a viz kifolya

249. rajz.



a nélkül, hogy az edénybe máshonnan viz befolyna, akkor azon  $t$  idő alatt, mellyben az edény kiürül, csak a benne létező vízmennyiség folyhat ki. Ezen vízmennyiség lészen  $m = Fh$ , ha t. i.  $F$  az edény' fektmentes átmet-szését,  $h$  pedig a viz' magasságát jelenti. Minthogy kifolyás közbe a viz' színe folytonosan alábbszáll, kisebbedik folytonosan a nyomást okozó  $h$  magasság, és a töle függő kifolyási sebesség is, és így a viz' színe egyenletesen lassudó mozgással száll alább; nevezetesen ha a folyás' első

letesen lassudó mozgással száll alább; nevezetesen ha a folyás' első

perczében alább szállt például 9 hüvelyket: akkor, második perczében 7'', harmadikban 5'', negyedikben 3'', ötödikben 1'' tért fog a viz' színe szállani. Ugyde a lassúdó mozgással bizonyos idő alatt megfutott tér csak fele az egyenletes mozgással ugyanazon idő alatt megfutott térnek; tehát a befolyás nélkül kifolyó  $Fh$  vízmennyiség is csak fele azon  $2 \mu f \sqrt{gh}$  vízmennyiségnek, mely állandó  $h$  magosság' nyomása és  $t$  idő alatt kifolya. — Ennélfogva áll ezen egyenlet  $Fh = \mu f t \sqrt{gh}$ ; melyből a kiürülési idő lesz:

$$t = \frac{F \sqrt{h}}{\mu f \sqrt{g}} \quad (V).$$

Ezen képletnek segítségével már kiszámíthatni, mekkora  $h'$  magasságyi viz foly ki  $t'$  idő alatt ugyanazon edényből, melynek kiürülési ideje  $t$  ismeretes. Ugyanis az előbbi képletet ezen két idő összehasonlítására használván lesz:

$$t : t' = \frac{F \sqrt{h}}{\mu f \sqrt{g}} : \frac{F \sqrt{h'}}{\mu f \sqrt{g}}, \text{ vagy,}$$

$$t : t' = \sqrt{h} : \sqrt{h'}, \text{ vagy}$$

$$t^2 : t'^2 = h : h'; \text{ és innét}$$

$$h' = \frac{h t'^2}{t^2} \quad (VI).$$

*Példa.* Egy hengeralakú edényben foglalt viz' magassága  $h=4'$ , a kiürülési idő  $t=6$  óra, kerestetik azon magosság, melyre minden egyes óra után a viz' színe leszáll.

*Felelet.* A kifejtett (VI) képletben helyettesítvén az adott értékeket,

$$\text{ha } t' = 6 \text{ óra lesz } h' = 4 \left( \frac{6}{6} \right)^2 = \frac{4 \cdot 36}{36} = \frac{36}{9} \text{ láb}$$

$$t' = 5 \quad h' = 4 \left( \frac{5}{6} \right)^2 = \frac{4 \cdot 25}{36} = \frac{25}{9}$$

$$t' = 4 \quad h' = 4 \left( \frac{4}{6} \right)^2 = \frac{4 \cdot 16}{36} = \frac{16}{9}$$

$$t' = 3 \quad h' = 4 \left( \frac{3}{6} \right)^2 = \frac{4 \cdot 9}{36} = \frac{9}{9}$$

$$t' = 2 \quad h' = 4 \left( \frac{2}{6} \right)^2 = \frac{4 \cdot 4}{36} = \frac{4}{9}$$

$$t' = 1 \quad h' = 4 \left( \frac{1}{6} \right)^2 = \frac{4}{36} = \frac{1}{9}$$

Az így feltalált magasságok a fenéktől kezdve fölfelé az edény' oldalára je-

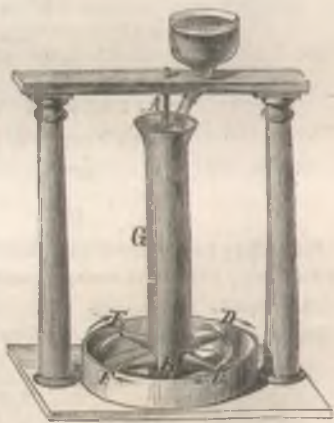
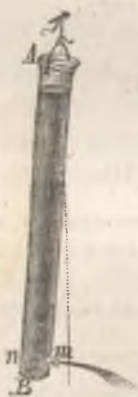


gyeztetvén mutatandják a minden óra alatt kifolyó vizoszlop' magasságát, vagy megfordítva a süllyedő vízszin ezen följegyzett magasságok által jelentheti az elmúlt órák' számát.

468) Ha az edény, melynek oldalnyílásán a víz kifoly, elegendő mozgékony, az a kilövellő vizsugar' irányával ellenkező irányú mozgásba hozatik; mert minekelőtte a fölfüggesztett *AB* (250. rajz) edény *m* oldalnyílásán a víz kibocsáttatnék, világos, hogy ezen nyílás' területére ható nyomás az általellenben létező és egyenlő *n* területre gyakorlott nyomás által megsemmisítettetik; de mihelyt a víz *m* nyíláson ömleni kezd, a reá hatott nyomás megszűnik, *n*-re működő nyomás pedig azután is fönmaradván az edényt függélyes állásból valamennyire félre tolja. Ezen igazságon alapszik az ugynevezett *Segner' vizkereke* is; ez nem egyéb mint egy *AB* (251. rajz) tengely körül forogható és feneke fölött *C, D, E, F*, csökkel ellátott hengeralakú *G* edény, mely azonnal gyors forgásba

250. rajz.

251. rajz.



jő, mihelyt a belevezetett víz a nevezett csökön elegendő sebességgel a nyílás által leirandó kör' érintőinek irányában összhangzólag foly ki; ellenben a leggyorsabb kifolyás' daczára sem mozdulna meg, ha a csökön kifolyó vizsugarak' irányai egymással ellenkezők volnának.

469) A víz gyakran csök, vagy csatornák által szokott egyik helyről a másikra vezetetni. Midőn csökben foly, sohasem bír a kifolyási nyílás' középpontjától a nyomó viz' színéig számított magasságnak megfelelő sebességgel; mert a víznek a cső' belső falá-

vali surlódása, a cső' kiálló vagy görbületet képző részeibe ütközése a különbeni sebesség' eszközzésére működendő nyomásnak tetemes részét fölemésztí. Mindezen ellenállásoknak pontos kiszámítása terjedelmes, és a vízműtanba tartozik; itt csak azt említjük meg, hogy ha a véghez vitt számításból kitűnt a nyomó víznek azon magassága, melly az ellenállások' legyőzésére fordittatik, könnyű megtudni a csőben folyó víznek valódi sebességét, mert az a megmaradott nyomási magasságnak megfelelő lészen. Ha az ekkép kikutatott sebesség a cső' nyílásának területével és a körülményekhez alkalmazott összehuzódási velejáróval, valamint a kifolyási idővel is szoroztatik, előáll a csőből kifolyt vagy kifolyandó víz' mennyisége.

*Jegyzék.* Megjegyzésre méltó, hogy a csőben folyó víz azon nyomási magasságával, melly sebességét okozza, a cső' oldalára működő nyomáshoz nem járul; mert minden test csak annyiban gyakorolhat a másikra nyomást, a mennyiben az által szabad esésében gátoltatik; ennélfogva ha csőben folyó víznek sebessége akkora volna, a mekkora nyomó magasságának megfelel, a cső oldalára minden nyomás megszűnnék. Ebből érthetni, hogy *ABC* (252. rajz)

252. rajz.



edény' *D* szájszőjének felső oldalán létező *mn* csőn semmi víz sem foly ki, ha különben maga a szájsző nyitva van; sőt ha ezen szájsző vége felé terjedtebb, *mn* oldalcsőn nemcsak víz nem foly ki, hanem inkább bele levegő, sőt alája helyezett *E* edényben foglalt festett folyadék is fölnyomul, és a szájsző' végén vízzel keveredve jön ki. — Innét az látszik következni, hogy a vízvezető csők annál gyengébbek, tehát olcsóbbak is lehetnek, minél na-

gyobb a bennük folyó víz' sebessége; azonban tartósság és biztosság végett a vízvezető csőknek olly erőseknek kell lenni, hogy nem csak az álló víz' nyomását kiállják, hanem azon tetemes ütésnek is ellenállhassanak, melyet a bennük folyó víz rájuk gyakorolandna, ha folyásában hirtelen megállítatnék. Különben a vízvezető csőket illető gyakorlati szabályok' kifejtése és elősorolása a vízműtan tiszte.

470) *Csatornákon*, melly nevezet alatt a folyamok' medrei is értendők, a víz csak akkor jö haladási mozgásba, ha azok lejtőt képeznek. Minél nagyobb ezen lejtő' magassága, vagyis az úgynevezett víz' esete, annál nagyobboknak kellene lenni a sebességnek

is; mit azonban főkép a folyamoknál nem tapasztalhatni; ezek esetükhez képest kis sebességgel folynak, s nem sebesedő, mint a lejtő természete kívánná, hanem csak egyenletes mozgással haladnak. Ennek oka a folyamok' medreiben számosan előforduló akadályokban rejlik. Így a víznek levegővel érintkezése, a meder' egyes pontjaihoz tapadása, azokkali surlódása, a folyásban gátolt részecskéknél a többiekkel összetartása, a mederfenék' görcsörtjeibe és domborodásaiba, valamint a kigyózdó partok' görbületeibe ütközése, olly akadályok, mellyek miatt a folyamok, tetemes esetük daczára is, nagyobb részint egyenletes sebességgel folytatják utjokat. — Ugyanezen akadályoknak tulajdonítandó, hogy a folyam' legalsó rétege a fölötte létezőnél kisebb sebességgel bir, ámbár annak a rajta fekvő viz' nyomása miatt legnagyobb sebességgel kellene folyni; hasonlóképen ezen akadályoknak tulajdonítandó az is, hogy a meder' partjainál jóval kisebb a viz' sebessége, mint a meder közepe táján; mi azonban csak akkor áll, ha a meder' partjai egyenesek; különben pedig a legnagyobb sebesség a homorodott partokhoz közelebb esik, mint a domboruakhoz. — Ha tehát valamelly folyam' sebességéről van szó, az alatt mindig csak a *közép sebesség* értendő, melly föltaláltatik, ha a folyam' szélességének minél több pontjain a sebességek megméretnek, és összegük a pontok számával elosztatik. Ezen sebességek' megmérésére különböző eszközök szoktak használtatni, ugymint: egy záclócskával ellátott *úszógolyó*, *Voltman' szárnyalója*, *vizinga*, *Pitót' csője*, mellyeknek gyakorlati alkalmazását a vízműtan tanítja. Ha a folyam' közép sebessége meghatározva van, annak a folyam' kereszt-szelvényével szorozata adja azon vízmennyiséget, melly 1 mpercz alatt a kereszt-szelvényen keresztülfoly. Lásd *Baumgartner's Mechanik in ihrer Anwendung auf Künste und Gewerbe* 109—112. lapon.

471.) Midőn a folyásban létező viz valamelly szilárd testbe merőlegesen ütközik, ütésének nagysága egyenlő azon vízoszlop' súlyához, mellynek alapja az ütött terület, magassága pedig a viz' sebességének megfelelő magasságnál két akkora. Ezen állítás bebizonyítása végett jelentse a viz' fajsúlyát  $s$ ,  $c$  pedig annak sebességét, lészen bizonyos  $t$  idő alatt  $f$  területbe ütköző víznek súlya  $= sft$ . Ha az ütött területre az ütés ellenirányában  $P$  erőt alkalmazva képzelünk, melly az ütés' nagyságával tökéletes egyen-

sulyt tart, lesz  $P = sfct$ . Továbbá ha  $t$  időt akkorának gondoljuk, melyben az ütköző víztömeg szabad eséssel  $c$  sebességet kapna, lesz  $c = 2gt$ . Az imént nyert két egyenletből áll a következendő arány:

$$P : c = sfct : 2gt ; \text{ honnét}$$

$$P = \frac{sf c^2}{2g} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (VII);$$

$c$  sebességnek megfelelő magasság levén  $\frac{c^2}{4g}$  (315, f) látnivaló, hogy

annál a képletben előforduló  $\frac{c^2}{2g}$  szorzó kétszer nagyobb, és így igaz az előre bocsátott állítás.

472.) Az imént kifejezett ütés' nagysága szigoruan csak akkor áll, midőn az ütköző víztömeg az ütött test által minden sebességétől megfosztatik; minthogy pedig ezen föltétel gyakorlatban igen ritkán létesíthető, azért a képletben kitett ütésnek *elméleti nagysága* gyakran igen különbözik az ütésnek *valódi nagyságától*. Ennek kellő kifejezése végett az ütés' elméleti nagysága még egy ütési velejáróval léssen szorozandó, melly következendőleg találattik föl. Föltevén, hogy az  $f$  területű nyíláson  $c$  sebességgel kifolyó  $s$  fajsúlyú víz által közel a nyílás elejébe alkalmazott lapra gyakorlott, és késérleti uton megmért ütésnek valódi nagysága  $= p$ , legyen ennek az ütés' elméleti nagyságához viszonya  $1 : k$ , álland:  $P : p = 1 : k$ , és ebből az ütésnek valódi nagysága általánosan kifejezve

$$p = kP; \text{ helyettesítve } P \text{ értékét} \quad p = \frac{k s f c^2}{2g} \quad . \quad . \quad (VIII).$$

*Jegyzék.* Minthogy Bossut, Langsdorf, Venturoli és mások késérleteinek következtében ugyanazon folyó tömeg ugyanazon lapra különböző körülmények között valódilag igen különböző ütést gyakorol, következik, hogy az előbbi arányból kifejezett  $k = \frac{p}{P}$  ütési velejárónak különböző körülményekben szintén különböző értékkel bírnia kell. Így:

a) Ha az önálló vizsugar' ütésének kitett lap igen közel áll azon nyíláshoz, melyből a víz kiömlik, akkor az említett késérletek nyomán a viz' ütésének valódi nagysága az elméletivel megegyez; tehát  $k = 1$ ; valamint akkor is kielégítőleg 1-nek vétethető, midőn az ütött lap a nyílástól valamivel távolabbra van ugyan, de az önálló vizsugar keresztmetszélyénél háromszor vagy négyszer nagyobb területű; mert akkor a párkányai felé görbülő vizszálak' ütését is fölfogja, mellyek különben ütés nélkül mellette surrantak volna el.



b) Midőn valamely nagy, vagy mint mondani szokás határtalan kiterjedésű folyó víztömeg a belemerített lapba, például malomkerék lapátdeszkájába ütközik: akkor a víz' ütésének valódi nagysága csak felét teszi az ütés' elméleti nagyságának; minélfogva  $k=0,5$ ; mert ezen esetben az ütest gya-  
korlott vízrézecskek a további folyásukban gátoltatva levén, a lap felé siető vizszálokat gyakorlandó ütésükben némileg akadályozzák.

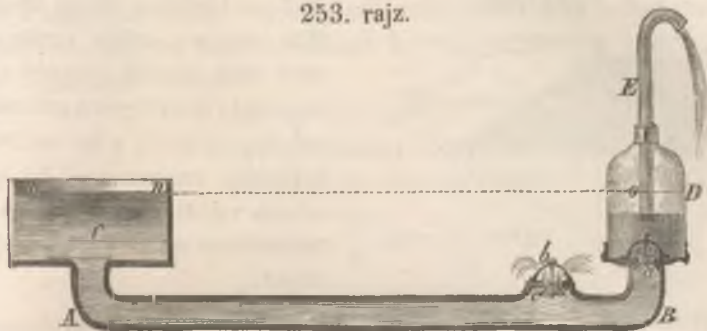
c) Azon ütés, mellyel valamely határozott terjedtségű folyó tömeg, például szűk csatornán vezetett víz a belemerített testre hat, nagyobb ugyan a határtalan terjedtségű víznek ugyanazon testre gyakorlandó ütésénél, de még is kisebb annál, mellyet ugyanazon víztömeg a többi körülmények egyenlő-  
sége mellett mint önálló sugar eszközlendő volna. Ezen esetben tehát az ütesi velejárónak 1 és 0,5 határok között leendő értéke a csatornán folyó víztömeg' keresztmetszvényének' az ütött lap' területéhez viszonyától függ. Lásd ezekről: *Brewer's Lehrbuch der Hydrostatik, Aerostatik, und Hydraulik (1832) 379 lap.*

II. Jegyzék. A merőleges ütés' valódi nagyságát általánosan kifejező kép-  
let  $p = \frac{ksc^2}{2g}$  föltételezi, hogy az ütött lap nyugvási állapotban létezik. Miként ebből a mozgó testre ható merőleges ütés' valódi nagysága kivezethetessék, célszerű lesz  $fc$  szorozatot, melly nem egyéb mint 1 mpercz alatt ütköző víz-  
nek tömege,  $M$ -nek nevezni, mit a képletben helyettesítve  $p = \frac{kscM}{2g}$ . Ha most föl vesszük, hogy az ütött lapnak ütés alatti sebessége  $v$ , de még is  $c > v$ , ön-  
ként világos, miszerint arra a  $c$  sebességű  $M$  víztömeg ütését nem  $c$ , hanem  $c-v$  sebességgel fogja gyakorolni; ennélfogva a mozgó lapra ható merőleges  
ütésnek valódi nagysága általánosan kifejezve leend:  $p = \frac{kscM}{2g} (c-v)$

473.) A mondottakból kitűnik, hogy bizonyos lapba ütköző víztömegnek ütése akkor leend nagyobb, midőn a lappal ütközésbe jött vizszálok azt ki nem kerülhetik, vagyis midőn párkányai mellett ütés nélkül el nem sikamlanak. Ennélfogva valamely csőn vezetett víznek ütése a cső' nyílására alkalmazott és kifelé záródó szelepre minden előfordulható körülmények között a legnagyobb leend. Illy szelepre gyakorlott ütés jóval fölülhaladhatja az elméleti ütés' nagyságát (471); mert azonkívül a csőben létező, és mozgásba hozott víztömeg ütését is foglalja magában. E körülményen alapszik a *Mon-*  
*golfer József és István* testvérek által 1797-ben föltalált és 253-dik rajzban függélyes hosszmetsetben ábrázolt *vízmutani kos* (Aries hydraulicus) nevezetű készüllet, melly következendő részekből van szerkeztetve. *AB* egy elegendő hosszúságú fekmentes cső, mellynek egyik vége valamivel magasabban létező víztartó *C* edénnyel, má-  
sik vége pedig légtartó *D* haranggal a fölfelé nyíló *a* szellentyű által közlekedik, a légtartó közelében *b* nyílása önsulya által lefelé nyíló

*c* szekertyüvel birván. Ha a viztartóba, miután *c* szellentyü fölhu-  
zatott, hogy a cső *b* nyílását bezárja, *mn*-ig víz töltetik, az *AB* csőn  
végig folyván *a* szellentyüt fölemeli, és *D* harangnak a benne létező  
és sehol ki nem szabadulható lég ellenállása miatt csak alsó részét

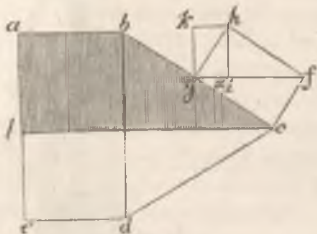
253. rajz.



foglalván el, *E* vízvezető csőben a nyomó viz' színének *mno* síkjáig  
fölemelkedik. Ha már most *c* szellentyü lenyomatik, *b* nyíláson azon-  
nal kifolyó viz *c* szellentyüt fölemelvén azt maga előtt bezárja, *a*  
szellentyüt pedig, mellybe a kifolyás által nyert sebességgel ütkö-  
zik, fölnyitván *D* harangba tódul, és a benne létező levegőt bizonyos  
fokig összenyomja; ez az ütés megszűntével előbbi térfogatát rugé-  
konyságánál fogva visszanyerni törekedvén, a *D* harangba nyomult  
viznek egy részét ismét visszaszorítja és az önsulya miatt is lefelé  
törekvő *a* szellentyünek zárkozását elősegíti, *BA* csőben létező vi-  
zet pedig az előbbivel ellenkező irányú mozgásba hozza; mi által  
megszűnván a *c* szellentyüre ható nyomás, az önsúlyánál fogva ki-  
nyitódik, és a már leirt vízütközésnek ismétlésére ujonnan alkalmat  
nyújt. *AB* csőn folyó viznek ekkép eszközölt ütései által *D* ha-  
rangba tetemes vízmennyiség nyomul, melly az összeszorított levegő  
rugékonysága által *E* vezető csőben minden ütésre fölebb és fölebb  
emelkedik, míg annak felső végén ki nem foly. Azon magosság,  
mellyre ezen készüllettel a vizet fölemelhetni, harminczszor is na-  
gyobb lehet a *C* edényben létező nyomó viz' magosságánál; de az  
így fölemelt vízmennyiség annál kisebb a *b* nyíláson elfolyó vízmen-  
nyiségnél, minél nagyobb azon magosság, mellyre *E* csőn fölemel-  
tetik. Ha azonban *b* nyílásra egy hengeralakú köpü alkalmaztatnék,  
és abban *c* szellentyü helyett egy könnyen járó dugattyú bármiféle erő  
által lefelé, a víznyomás által pedig sebesen fölfelé mozgattatnék, a víz  
fölemelése minden egyéb vízvesztés nélkül is eszközölhető volna.

474) Ha az ütköző viz' iránya az ütött lappal ferde szöget képez, akkor az ütközési erő két részre bomlik föl, egyike, mely az ütött lappal egyenközű, hatás nélkül marad, és csak másika, t. i. az ütött lapra merőleges működik. Így ha az *abcde* (254. rajz)

254. rajz.



test' *bc* lapjára a viz' *fg* vonal által képviselt erővel ferdén  $\alpha$  szög alatt ütközik, léssen az azon lapra merőlegesen működő erő *hg*, *cg* pedig a lap mellett hatástalan csuszszan el. Ha *hg* erőnek valódi nagysága *fg* erő mértékében volna kifejezendő, álland :

$$hg : fg = fc : fg, \text{ vagy}$$

$$hg : fg = \frac{fc}{fg} : 1, \text{ azaz}$$

$$hg : fg = \sin \alpha : 1; \text{ miből}$$

$$hg = fg \cdot \sin \alpha$$

azaz : a ferdén ütköző viz' merőleges hatása egyenlő a viz' egész ütközési erejének azon részéhez, melyet az ütközési szöglet' kerebelét kifejező töredék szám jelent. Például föltevén, hogy  $\alpha = 30^\circ$ ,

leend :  $\sin \alpha = \frac{1}{2}$ , és így  $hg = \frac{fg}{2}$  -hez.

Továbbá ha *abcde* (254. rajz) test, például hajó, álló vízben *gf* erővel huzatik, annak *bc* lapjára a viz' épen azon *hg* erővel hatand merőlegesen, mellyikkel hatott előbb, midőn a folyó viz az álló *abcde* testbe ütközni föltételeztetett; mert az eredményre nézve mindegy, akármellyik test az ütközők közül legyen mozgásban; de ekkor *hg* erő a hajó' haladási *gf* irányára nézve *ig* és *kg* mellék-erőkre oszlik föl; *ig* erő, melly a víznek ellenállását jelenti, a hajót huzó *gf* erővel összehasonlittatván, léssen :

$$ig : hg = hg : gf; \text{ de}$$

$$hg : gf = \sin \alpha : 1, \text{ szorozva}$$

$$ig : gf = hg \cdot \sin \alpha : gf, \text{ vagy}$$

$$ig : gf = \frac{hg}{gf} \sin \alpha : 1, \text{ avagy}$$

$$ig : gf = \sin^2 \alpha : 1$$

azaz: a különben egyenlő körülmények között a ferdén ütköző víznek ellenállása egyenesen aránylik az ütközési szöglet' kebelének négyzetéhez. Ha  $\alpha = 30^\circ$ , leend  $\sin^2 \alpha = \frac{1}{4}$ , és így  $\alpha$  szöglet alatt ferdén ütköző víznek ellenállása csak  $\frac{1}{4}$ -dét teszi  $gf$  erőnek, melylyel a hajó vontattatik. Végre  $kg$  erő, melly álló vízben  $lc$  irányban  $gf$  erővel vontatott hajót oldalaslag nyomja, ugyanazon  $gf$  erővel összehasonlítottván leend:

$$kg : hg = cg : gf ; \text{ de}$$

$$hg : gf = \sin \alpha : 1 ; \text{ szorozva}$$

$$kg : gf = cg \cdot \sin \alpha : gf, \text{ vagy}$$

$$kg : gf = \frac{cg}{gf} \sin \alpha : 1 ; \text{ avagy}$$

$$kg : gf = \sin \alpha \cdot \cos \alpha : 1,$$

azaz: a ferdén ütköző víznek az ütközési irányra merőlegesen ható oldalnyomása arányos az ütközési szöglet' kebeléből, és pótkebeléből keletkezett szorozathoz.

475) A víznek mind merőleges, mind ferde ütközéséből származott hatás nemcsak a hajók' és ugynevezett röpdülő hidak' hajtására, hanem sokféle erőművek' mozgatására is nagy sikerrel használtatik. Így az alulesapott kerekek csupán csak a víz' ütközése által, a közép és fölulesapottak pedig a víz' ütközésén kívül annak súlya által is folytonos forgásba hozatván az örlő, fűrészelő, zuzó malmokat, hámorokat élénk mozgásban tartják. Azonban mindezen erőműveknek pontos leírása, czélszerű szerkezetüknek előterjesztése, hatásuk' kikutatása, és összehasonlítása a vízműtanba tartozik. Lásd ezekről: *Handbuch der Mechanik von Fr. Gerstner 1832. II. Band. — Maschinen Elemente, und die Hydraulik von G. Kupp-ler 1841. — Handbuch der Mechanik mit Bezug auf ihre Anwendung von A. Kayser 1842. — Anfangsgründe der höheren Mechanik von Philipp Kulik 1846. — Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik von Julius Weisbach 1845.*

## II. FEJEZET.

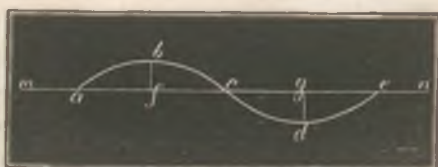
### A folyadékok' hullámzó mozgásáról.

476) Azon sajátágos mozgás, melly a nyugvó folyadéknak, például víznek felszínén azonnal előáll, mihelyt azon, szél, rázás,



valamelly testnek beleejtése, csöben fölemelt víznek rögtöni lebo-  
csátása, vagy annak hirtelen történt felszívása, a bemerített test-  
nek kirántása által mélyedés, vagy emelkedés támasztatik, *hullámoz-  
gásnak*, vagy egy szóval *hullámozásnak* mondatik. Tapasztalás  
utján mindenki előtt ismeretes, hogy ha a csendesén álló, és ele-  
gendő terjedtségű vízbe követ ejtünk, annak beesési helye körül  
azonnal több egymást föl-váltó köralakú domborodások és homoro-  
dások támadnak, melyek eredési helyüktől folytonosan tovább  
haladván köralakjukat ugyan megtartják, de magosságuk, és ille-  
tőleg mélységük szüntelen fogy, míg végre észrevehetlenekké  
nem lesznek. Minden domborodás a mellette létező homorodással  
együttvéve egy *hullámnak* neveztetik; ha ez az eredési ponton veze-  
tett függélyes sik által vágatni gondoltatik, származik a hullám-  
alakját szemleljbe tüntető *abcde hullámvonal* (255. rajz), melynek

255. rajz.



a nyugvó víz' színét je-  
lentő *mn* vonalon fölül  
eső *abc* része *hullámhegy*,  
*cde* része pedig *hullám-  
völgy* nevet visel, a hul-  
lámhegy' ormáról a nyug-  
vó víz *mn* színére bocsa-

tott *bf* merőleges a hullámhegy' *magosságát*, a hullámvölgy' legal-  
sőbb pontjából ugyanazon vízszinre emelt *dg* merőleges a hullám-  
völgy' *mélységét*, mind a kettőnek pedig összege *bf + dg* az egész  
hullám' *magosságát* méri. Azon tér, melyet a hullám *ae* irányban  
foglal el, *hullámszélességnek*, amaz pedig, melly fekvmentes síkban  
emerre merőleges, *hullámhossznak* neveztetik. — A hullámozó moz-  
gás tárgyalásában legelőször is a hullámok' képződési és haladási  
módjára, azután azoknak a haladás közben előfordulni szokott mó-  
dosítására fordítandjuk figyelmünket.

*Jegyzék.* Némellykor az edények' oldalai által korlátolt terjedtségű fo-  
lyadékok' színén gerjesztett hullámok a helyett, hogy haladásukban szétter-  
jednének, és gyengülnének, inkább összehuzódnak és erősödnek. Így a kör-  
alakú edényben létező higany színén az edény' oldalának megkoczcztantása által  
eredett hullámok az edény' közepe felé sietvén, növekedő magossággal folyto-  
nosan kisebb átmérőjüekké válnak. — Továbbá csak az álló víz' színén ger-  
jesztett hullámok lehetnek tökéletes köralakúak, a folyóvíz' színén létrehozot-  
tak pedig terjeszkedésük közben köralakjukat meg nem tarthatják; mert  
közös középpontjuk a folyóvíz' sebességével tovább haladván, attól a hullá-

mok' különös részei nem minden irányban egyenlő sebességgel távoznak. Ugyanis azon részeik, melyek a folyóvízzel egy irányban haladnak, a középponttól nagyobb sebességgel húzódnak el, mint amazok, melyeknek iránya a folyóvízzel ellenkező, és így a köralaktól igen különböző idomokat vesznek föl.

## I. Cikk.

### A hullámok' képződése és haladása.

477) A hullámok' képződésében főszerepet visel a hullámozó folyadék' egyes részecskéinek mozgása. Ennek megismertetését egyedül *Weber Ernst* és *Wilhelm* testvérek fáradozásainak köszönhetjük. Ezek t. i. minekutána egyikük (*Ernst* Lipcei tanár) 1821-dik évben a tisztítás végett egy papírtölcséren át-eresztett higany' felületén igen szabályszerű hullámozási idomokat szemlélt volna, hozzáfogtak az addig parlagon hagyott hullámozási elméletnek kikutatásához. Minthogy több oknál fogva gyanítanak, hogy a hullámok' képzésére a folyadékok' felszíne alatti részecskék is befolyást gyakorolnak, ezek' a hullámozás alatti mozgásának kémlelése végett, egy üvegoldalú 6 lábnyi hosszú, 8 hüvelyknyi magos, és 7 vonalnyi széles, és apró szemekké tört borostyánkővel elegyített vízzel megtöltött *hullámválút* használtak. Tudniillik ezen válú egyik végén bizonyos magossáig fölszitt víz-oszlop' hirtelen lebocsátása által hullámot támasztván, üvegoldalon keresztül a vízrészecskék mozgásait lehető legnagyobb pontossággal vizsgálgatták, és többi közt észrevették:

a) Hogy a hullámozó vízben lebegő egyes gyantapor-szemek, tehát az azokat tartó vízrészecskék is kerülék-alakú pályát írnak le, melynek kisebb tengelye függélyes, és a képzett hullám' magosságához, nagyobb tengelye pedig fektentes, és a hullámvölgy' szélességéhez egyenlő. Midőn a vízrészecskék kerülékes, és függélyes pályájuknak *mn* vízszin fölötti *abc* részét (256. rajz) futják meg, képezik a hullámhegyet,



midőn pedig *cde* uton előbbi helyzetük felé közelednek, a hullámvölgyet alakítják. Minden vízrészecske pályájának megfutását többször ismételi, azon különbséggel mégis, hogy a

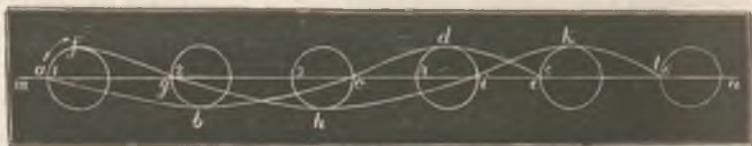
későbbben megfutott pályák az előbbieknél kisebbek, és rövidebb idő alatt is iratnak le; ennekokáért a 256-dik rajzban jelített pályának *cde* része *cba* részszel össze nem vág, hanem valamivel befelé kanyarodik.

b) Hogy a viz' színét képező részecskék a haladó hullám' irányában kerülékes mozgásukat egymásután kezdik meg; minek-okáért közülök egy időben kettő sem létezhet pályájuknak ugyanazon megfelelő pontjában; minél fogva mozgásuk alatt össze nem ütköznek, ámbár pályájuk egymást általvágják.

c) Hogy azon pillanatban, mellyben valamely vizrészecske a viz' színén mozgását megkezdi, a függélyes irányban alatta létező vizrészecskék is megindulnak, de mozgásukat annál összenyomottabb és rövidebb kerülékekben végzik, minél mélyebbre esnek, míg végre már csak sekmentes irányban ide s oda ingadoznak. E módon a mozgás függélyes irányban 350 hullámmagosságnyi mélységre is közöltetik.

478) *A hullámok' képződési és haladási módja.* A hullámzó folyadék' egyes részecskéinek mozgásából önként következik a hullámok' képződése és haladása. Mi hogy annálinkább kitűnjék, képviselje *mn* (257. rajz) vonal a nyugvó viz' felszínének függélyes metszetét, és legyenek 1, 2, 3, 4, 5, 6 azon vizrészecskék,

257. rajz.



mellyek egymástól annyira vannak, hogy míg egyiktől a másikig a kerülékes mozgás közöltetik, addig mindegyik előbbi, pályájának (melly itt egyszerűség végett köralakúnak jelentetik) épen egy-negyedét fussa meg. Ha már most föltesszük, hogy 1 részecske valamely a viz' színére ejtett test által *a* helyzetéből kiüttetvén pályáját a nyíl irányában elvégezte, tehát ismét *a*-ban létezik, akkor a 2-dik részecske pályájának csak  $\frac{3}{4}$ -dét végezhetvén, létezend *b*-ben; 3-dik részecske pályájának csak  $\frac{1}{4}$ -dét *c* pontig; 4-dik részecske csak  $\frac{1}{4}$ -dét *d*-ig futja meg; 5-dik részecske pedig mozgá-



sának megkezdési pillanatában  $e$ -ben létezik. — A betűkkel nevezett pontokat, melyekben a kijelölt vizrészecskék ugyanazon időpontban léteznek, egy folytonosan görbülő vonallal összekötve, keletkezik az  $abcde$  vonal, mely  $b$ -nél a hullámvölgy' legmélyebb,  $d$ -nél pedig a hullámhegy' legmagosb pontját szem elibe tüntetve, az ugynevezett hullámvonallal ugyanazon alakú. Ebből kitetszik, hogy a hullám nem egyéb, mint a folyadéknak azon módosított felülete, melyben a megkezdett mozgás előtt fekmentes síkban fekvő részecskék kerülékes mozgásuk alatt ugyanazon időpontban léteznek. — A hullámozó folyadék' részecskéinek mozgásából a hullámok' haladása is könnyen kivezethető. Ugyanis míg az 1 részecske ugyan megteendő pályájának  $\frac{1}{4}$ -dét leirván  $a$ -ból  $f$ -be érkezik, addig a többi részecskék is pályájukban  $\frac{1}{4}$ -del tovább haladnak, tehát a 2-dik lészen  $g$ -ben, 3-dik  $h$ -ban, 4-dik  $i$ -ben, 5-dik  $k$ -ban, 6-dik pedig mozgásának kezdési pillanatában még  $l$ -ben létezik. Ezen időpillanatnak megfelelő hullámvonal  $fghikl$ , melynek völgye  $b$ -ből  $h$ -ba, hegye pedig  $d$ -ből  $k$ -ba jött, és így míg a folyadék-részecskék pályájuknak  $\frac{1}{4}$ -dét megtették, addig az egész hullám is szélességének egy negyedével tovább haladott. Ennélfogva azon idő alatt, míg egyes folyadék-részecske pályáját elvégzi, a hullám szükségképp egész szélességével tovább megy. A hullámnak származása' helyétől távozása tehát nem valódi, hanem csak látszólagos mozgás, különben a hullámozó viz' színén úszó test is a hullámok' menetében tovább mozdíttatnék, mi azonban nem történik, hanem majdnem folytonosan egy helyben maradván csak föl-váltva száll és emelkedik.

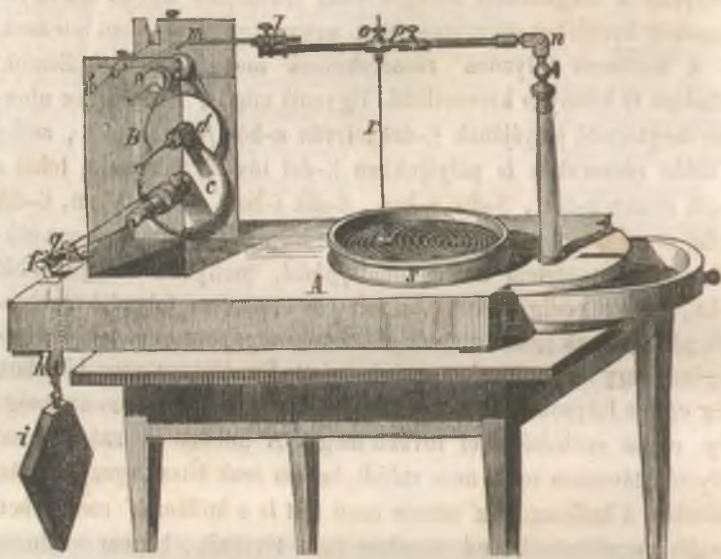
*I. Jegyzék.* Ámbár látszólagos haladás a hullámok' haladása, mind e mellett mégis, ha az úszó test a hullámokkal egyenlő sebességgel szél vagy egyéb erő által hajtatik, annak haladása a hullámok által is tetemesen elősegíttetik. Így tapasztalásból tudatik, hogy ha valamely csatornában vontatott hajó a lovak' megriasztása által akkora sebességet nyer, mekkorával a hajó által összetolatott hullámdomb halad, akkor a hajónak ezen sebességű haladásbani megtartására, a lovaknak továbbá keveset kell huzni; mert t. i. a hajó ezen esetben a hullámdomb hátulsó részén feküdve a rézsút fölemelkedő vizrészecskék által haladásában épen úgy segíttetik elő, mintha folyóviz mentében úsznék.

*II. Jegyzék.* A hullám-képződési és haladási módnak könnyebb megértethetése, s mintegy kézfoghatóvá tétele végett, használatul ajánlható *August eszköze*, melynek részletes leírását lásd *Neumann's Handbuch der Physik* (1842) című I. kötetében 326. lapon. — A hullámok' képzésének és haladásának, valamint minden egyes, alább említendő módosításainak tünetényeit kísérle-



tileg is kényelmesen, és a legnagyobb szabadsággal szem elé tűntethetni azon hullámgép' segítségével, melyet mind szerkezetére, mind hatására nézve Sopronban 1847-ben tartott orvosok és természetvizsgálók gyülekezetében előmutatni valék szerencsés. A szerkezete e következő: *A* (258. rajz) egy fiókkal ellátott ládika, mely a géphez tartozó segédrészek' rakhelyeül, az egész gépnek pedig alapzatul szolgál. Ennek felső lapjára erősítve vagyon *B* kerékmű; melynek *c* kereke fogaival *d* kerék' korongjába kapaszkodik, *d* kerék' kívüjt körzete pedig selyemszál által egymástól egyenlő távolságú ro-

258. rajz



váczkokkal ellátott *e* aczélszöveggyel akképp van összefoglalva, hogy ez, ha a *c* kerék' kettős hengerére ellenkezőleg tekerített, és *f*, *g* csigákon nyugvó zsinorra *h* mozgó csiga segítségével elegendő nagyságú *i* súly akasztatik, sebes forgásba hozassék. Miszerint *e* hengernek forgása, a mennyire gyakorlatilag eszközölhető, egyenlőképp legyen, igen czélszerű vele egy írámkereket, vagy szélfogót összekötésbe hozni; mi azonban a rajzon, zavar elkerülése végett, jelentve nincsen. Ha már most a forgásba hozott *e* henger rováczkára *k* tengely körül mozogható szoríttýúba foglalt vékony üveg hengernek tompára olvasztott vége, erre pedig *l* szoríttýúból kiálló *m* rudacska homorúra kívüjt végével, (hogy le ne csuszmasson) illetetetik: látnivaló, miként *m* ruddal együtt az egész *n* pont körül fordítható *ln* rudnak, és vele *o* szoríttýú által közösülő *r* vashuzalnak is szabályszerű rezgéseket kell tenni, melyek által az *s* edényben létező és a hullám-gerjesztő *r* huzallal érintkező higany' felületén igen csinos hullámrendszer idéztetik elő; ebben az egyes hullámok' szélessége annál kisebb, minél nagyobb a rezgési sebesség. Ha bizonyos tünetmények kedvéért kívántatnék, hogy a higany' felületén támasztott hullámok az edény'

oldalától vissza ne verődjenek : akkor szükséges , hogy a higanyt tartalmazó s edény' oldalához a higany tapadási erővel birjon , mit az által érhetni el , ha a higanyt tartó vasedény' párkányára vörös réz- vagy álezüstből készült , és meghiganyozott karima tolatik , míg a higany' felszínét meg nem érinti.

479) *A hullámok' haladási sebessége.* Ez a legszorosabb összeköttetésben áll azon sebességgel , melylyel az egyes részecskék pályáikat bevégezik ; mert tudnivaló , hogy míg egyes részecske pályáját bevégezi , addig a hullám egész szélességével tovább halad. E szerint a hullám' sebessége függ :

a) A hullámot gerjesztő test' tömegétől és sebességétől , vagyis általánosban mondva , a hullámot okozó erő' nagyságától ; mert minél nagyobb ez , annál sebesebb mozgásba hozatnak a folyadék' egyes részecskéi is.

b) A hullám' magosságától és szélességétől ; minthogy ezek annál nagyobbak , minél nagyobb a hullámzást okozó erő.

c) A hullámzó folyadék' mélységétől ; mert ugyanazon erő a mélyebb folyadéokban magosabb és szélesebb hullámokat idézhet elő , mint a csekélyben ; minthogy ebben a közel eső fenék az egyes részecskéket pályájuk megfutásában gátolja. Azonban a hullámok' sebessége mégis kisebb mértékben fogy , mint a folyadék' mélysége.

d) A hullámzó folyadék' fajsúlyától , de csak a kisebb mélység esetében , és csupán annyiban , a mennyiben a nagyobb fajsúlyú folyadék mozgásának ellenszegülő akadályokat , névszerint az edény' oldalához , és fenekéhez tapadást , légellenállását könnyebben legyőzheti.

e) Ha a hullám haladtában szétterjed , vagyis hossza folytonosan nő , akkor sebessége kisebbedik ; mert a terjedő s kisebb átmérőjű hullám az általa gerjesztett nagyobb átmérőjű hullám' tömegét magáéval egyenlő magosságra nem emelheti. Ellenben ha a hullám haladtában összehúzódik , vagyis hossza kisebbedik (például ha a hullám összetartó oldalu edényben ott támasztatik , hol ezek egymástól legtávolabbra esnek) : akkor magossága növekedni fog , és így sebessége is. Midőn pedig a haladó hullám' hossza mindig ugyanaz marad (mit az egyenközös oldalú edénynek egyik végén támasztott hullámról mondhatni) , sebessége sem változik ; mert ámbátor magossága lassanként fogy , de szélessége azon mértékben növekszik.

## II. Czikk.

### A hullámok' módosításai.

480) Azon változáson kívül, melyet a nagyobb terjedtségű viz' színén szabadon haladó hullámok mind köralakuk, mind magosságuk és sebességökre nézve szenvednek, figyelemre méltók a *hullámtalálkozás*, *hullámvisszaverődés*, és *hullámhajlás*-nak nevezett módosítások.

### I. §.

#### A hullámtalálkozás.

481) Ha ugyanazon edényben létező folyadék' különböző pontjaiban egy időben hullámok támasztatnak, azoknak haladásuk közben egymással érintkezésbe jöni kell; a hullámok' efféle érintkezését, és általa a bennük létre hozatni szokott változást egyszóval *hullámtalálkozásnak* (interferentia az angol *interfere* = egymáshoz jutni, összecsapni, igétől) nevezhetni. Az összetalálkozó hullámok egymás haladását nem gátolván, egymást átvágják, és az átvágási helyeken kiállott módosításuk után mintegy egymáson keresztül hatván, eredeti alakjukban folytatják további haladásukat. Az átvágási helyeken okozott hullámmódosítás abban áll, hogy ott, hol két egyenlő magosságú hullámhegy összetalálkozik, csaknem két akkora hullámhegy képeztetik, mint az összevágó egyes hullámhegyeké vala; mert az egyes hegyek' magossága a kettőből eredettéhez úgy áll, mint 1: 1½. Ugyanaz történik két völgy' összeértekor is, támad tudniillik a völgyek' összeesési helyén szintolly arányú mélyebb völgy. A hol pedig hegy völgygyel esik össze, mindkettő megsemmisíttetik, és a hullámok' ottani része a nyugvó viz' színével ugyanazonos; mert a hullámvölgye a beleeső hullámhegy tömege által kiegyenlíttetik. Ha a találkozás által keletkezett hullámhegyek és hullámvölgyek' átvágási pontjaik vonalak által kellően összeköttetni gondoltatnak: azok mint igen szabályos görbületű kerülékek és mentelékek tünnek föl, s *találkozási vonalaknak* (Interferenzlinien) neveztetnek. Láthatni ezeket az *a* és *b* pon-



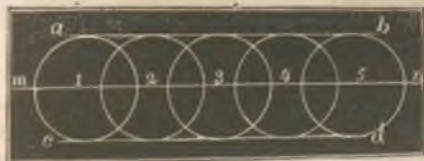
tokban támasztott hullámok' találkozását ábrázoló 259-dik rajzon,  
259. rajz.



mellyben a vastag vonalú körök a hullámhegyek' ormát, a vékony vonalú a völgyek legmélyebb helyét jelentik, a pontozott vonalak pedig a hegyeknek völgyek-keli találkozása által eredett mentelékeket, és kerülékeket tüntetik elő.

**I. Jegyzék.** Ezen meglepő hullámtalálkozási tüneménynek kellő tisztaságban előállítására, fénye és állátszatlansága miatt, minden folyadékok között legalkalmasabb a higany. Ha ez a főnebb (478. sz. alatti *Jegyzékben*) leirt hullám gépnek akkép elkészített s edényébe (258. rajz), hogy oldalához a higany tapadási vonzalommal viseltessék, elegendő mennyiségben töltetik, és felszínén *ln* rudra *o* és *p* szoríttjuk' segítségével egymástól körülbelül két vagy három hüvelyknyi távolságban alkalmazott hullámgerjesztő huzalok által hullámok támasztatnak, azonnal szembe tűnik a 259. rajzban ábrázolt hullámtalálkozási tünemény.

**II. Jegyzék.** Ha valamelly vonalnak, (melly görbe is lehet) kettőnél sokkal több pontjában egyszerre hullámok támasztatnak: akkor azoknak találkozása által egy olly irányú vagy görbületű hullám származik, a minő a 260. rajz.



mondott pontokat magában foglaló vonal' iránya, vagy görbülete. Így *mn* (260. rajz) vonalra eső 1, 2, 3, 4, 5 számú pontokban támasztott hullámok' hegyei *ab* és *cd* érintők irányában összeesvén, ugyanazon érintők' irányában fekvő hullámokat alakítanak, egyéb részeikben pedig egymást legnagyobb részint megsemmisítik. A hullám gép' segítségével ezen esetet is lehet kísérletileg megmutatni.

482) Ha két egyenlő hullámok' rendszere, mellyeknek szármozási helyük egymástól tetszésszerű, de páratlan számú félhullám szélességnyi távolra van, összetalálkozik: minden félhullám' hosszhatáránál támad egy találkozási vonal, mellynek mentében a hullámzó folyadék se nem száll, se nem emelkedik; két illy vonal közti folyadék pedig fölváltva majd hullámhegyet, majd hullámvöl-



gyet képez a nélkül, hogy az helyéből tovább haladna; minélfogva illyféle hullámok *álló hullámoknak* nevezetnek.

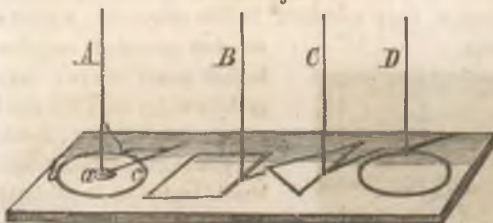
*Jegyzék.* Álló hullámokat a hullámválóban létező viz' színén előállíthatni, ha a válú végeihez lapuló, és alsó párkányuk szerint mint tengely körül fordítható deszkácskák ide s oda időszaki mozgatásával *a* és *b* helyeken (261. rajz) egyszerre akkora szélességű hullámok támasztatnak, mekkorának fele

261. rajz.



páratlanszor véve *ab* tért tökéletesen betölti. Az így gerjesztett hullámok mind *a*-ból, mind *b*-ből egymás ellenébe haladván, találkozásuk azon pillanatában, melyben egyik hullám' hegye a másikéval összeesik, adandják a folytonos görbe vonallal jelentett álló hullámot, mely a következő pillanatban, midőn egyik hullám' hegye a másik' völgyével összeesik, megsemmisül, és *ab* irányú egyenes felületet képez; a következő pillanatban pedig, melyben hegyeik egymással ismét összeesnek, a pontokkal jelentett hullamba megy által: az 1, 2, 3, 4, 5, 6 számú pontok nem különben, mint a rezgési csomókról mondatott, mozdulatlanul maradván. — Sokkal tökéletesben előtűntethetők az álló hullámok higanyon hullámgép segítségével; ha tudniillik az egyszerű hullámgerjesztő *r* huzal (258. rajz) helyett olyan használtatik, melynek egyenes *a* szárához (262. rajz *A*) egy kört képező *bc* huzal is vagyon alkalmazva; ennek czélszerű használatával *a*-tól *bc* kör felé, *bc*-től pedig *a*-felé egyszerre haladó

262. rajz.



hullámok tökéletesen nyugvó hullámokat képeznek. — Ha pedig a hullámgerjesztő huzalnak azon része, mely a hullámzásba hozandó higany' felületével érintkezik, a körtől különböző, de

szabályos idomú, például három, négy vagy több szögű, avagy kerülék görbületű karimákat képez, — mint 262-dik rajzban *B*, *C*, és *D*-nél láthatni — annak rezgésbe hozatala által keletkezett, és egymással számtalanszor találkozó hullámok igen érdekes hullámzási jelcneteket tüntetnek elő, melyek *hullám-idomoknak* nevezetethetnek, és a leghidegebb vérű szemlélőnek is kellemes látványul szolgálnak.

483) Abból, hogy a találkozó hullámok egymást átvágván alakjuk változása nélkül utjokat tovább folytatják, nem következtethetni, miként azok egymáson keresztül hatottak volna; mert a mint *Weber* testvérek' vizsgálódásaikból kiviláglik, mindegyik hul-

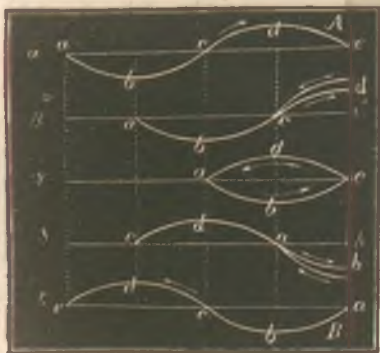
lámna részecskéi az ellenirányú másik hullám' részecskéi által pályájuk folytatásában gátoltatván, körülményeikhez képest függélyes irányban vagy lenyomulnak, vagy fölemelkednek, és így az összehatózott hullámhegyek, és illetőleg hullámvölgyek egy új, az előbbi magosságuknál csaknem kétszer nagyobb magosságú hullámot alakítanak. Az ekképen föltorlasztott hullám' részecskéi, minekutána sebességüket elvesztették, nehézségük által két oldalra visszagördülván, egymástól távozó két hullámot támasztanak; minélfogva úgy látszanak, mintha egymáson keresztülhatottak volna. Azonban Weber és mások tapasztalataiból az is bizonyos, hogy a hullámok haladási sebessége minden találkozásban valamicskével kisebbedik.

## II. §.

### *A hullámvisszaverődés.*

484) A hullámvisszaverődés nem egyéb, mint a szilárd testbe ütköző hullámnak attól megfordított alakbani visszahajtása. Ez csak akkor lehetséges, midőn a hullámok' további haladását gátoló szilárd test' lapja függélyes; mert különben a beleütköző hullámok nagyobb részint elenyésznek. A hullámvisszaverődésnek legegyszerűbb esete az, midőn a hullámválú' egyik végén támasztott hullám, annak másik végéhez csapódik. Miként kitűnjék, hogy meggy véghez a megfordított alakbani visszaverődés, képviselje *AB* vonal (263. rajz) a válú' végső falának, *abcde* görbe pedig a bele-

263. rajz.



ütköző hullámnak függélyes metszetét, és azon időcske, melly alatt e hullám egész *ae* szélességének  $\frac{1}{4}$ -dét megfutja, nevezessék egy pillanatnak.— Az első pillanat multával a hullámhegy' *d* csúcsa a falhoz ér, és ugyanazon időcske alatt a hullámhegy' előfele *de* a hullám' szélességének  $\frac{1}{4}$ -dére verődik vissza; következőleg *cd* térben (lásd  $\beta$ ) a hullámhegy' mind-

két fele egyesülve van, és így csaknem két olly magosságú lett,

mint azelőtt volt. — A második pillanat multával a hullámvölgy' előpontja  $c$  jutott a falhoz, a hullámhegy pedig ugy verődött vissza, mint ezt  $\gamma$ -nál láthatni;  $c$  pillanatban tehát hullámhegy a völgygyel tökéletesen összeesvén egymást megsemmisítik, és így a viznek felülete fekmentes. Harmadik pillanat multával a hullámvölgy' legmélyebb  $b$  pontja jutott a falhoz (lásd  $\delta$ ), s egyszersmind a hullámvölgy' előfele  $a$ -ig visszaverődött; e szerint  $ab$  térben a hullámvölgy' mindegyik fele együttlevén, az előbbinél csaknem két akkora mélyedés támadott, a visszatérített hullámhegy pedig  $ade$ -be ért. — Végre a negyedik pillanat multával a hullámvölgy' utóvége  $a$  érkezett a falhoz (lásd  $\epsilon$ ), többi részei pedig az egymásután történt visszaverődés által  $edcba$  helyzetbe jöttek; miből látnivaló, hogy a visszaverődött hullám' alakja az előbbihez képest megfordított. — Mi a visszaverődő hullám' egyes részecskéinek mozgását illeti, az legkevesbbé sem különbözik a hullámok' találkozásakori mozgástól (483).

485) *A hullámvisszaverődésnek szabályai.* Ezeknek kipuholása végett, jelentse  $AB$  (264. rajz) a nyugvó folyadék' színére függélyesen álló gát' lapjának fekmentes metszetét,  $C$  pedig azon pontot, melyben  $abd$



hullámív keletkezettnek képzeltek. Ezen hullámívnek egyes elemei  $AB$  gátot legelőször is  $b$  pontban, később  $e$  és  $f$  pontokban érintvén azokban ugyanannyi másodrendű hullámköröket támasztanak; minthogy pedig ez  $e$  és  $f$  pontokban akkora időnek lefolytával később történik, mint  $b$ -ben, mekkora idő az

eredeti hullámnak  $ge$  vagy  $hf$  tér megfutására szükséges, látnivaló: hogy  $e$  és  $f$  pontokban származott másodrendű hullámok'  $ei$  és  $fk$  sugarai illetőleg  $eg$  és  $fh$ -val kisebbek a  $b$  pontból eredett másodrendű hullám' sugaránál, vagyis  $ei = bl - eg$ , és  $fk = bl - fh$ . Már



most ha az  $AB$  gát' felületénél támasztott hullámkörök  $milkn$  vonal által érintőleg összekötvetnek, ezen vonal a nevezett és azok közé eső pontokban keletkezett másodrendű hullámok' találkozása által eredett (481. II. *Jegyzék*) vagyis  $AB$  gáttól visszaverődött hullám gyanánt tekintendő lészen. Azon idő alatt, míg  $milkn$  hullám a gát előtt képződött,  $abd$  eredeti hullám gát nélkül  $mpoqn$  helyzetbe haladott volna, föltevén, hogy  $am$ ,  $gp$ ,  $bo$ ,  $hq$  vonalak egyenlőknek vétettek. — Ha  $Cb$  meghosszabbítván, hogy legyen  $Cb=bc$ -hez,  $e$  ponton keresztül  $ci$  vonal huzatik, lészen  $ce=Ce$ -hez; mivel pedig  $ei=bl-eg$ , és  $ep=gp-eg=bl-eg$ , leend  $ei=ep$ -hez; következőleg  $ci=Cp$ -hez. Ugyan e módon megmutathatni, hogy  $ck=Cq$ -hoz; miből látható: hogy a visszaverődött hullám egy körív, melynek  $c$  középpontja  $AB$  gáton túl épen olly távolra esik, a millyenre az eredeti hullám'  $C$  középpontja a gát előtt vagyon; vagyis: *a körív-idomú hullám a sík felületű gáttól ugy verődik vissza, mintha azon gáton túl olly távol létező pontban származott volna, a minő távolban az eredeti hullám' középpontja a gát előtt vagyon.*

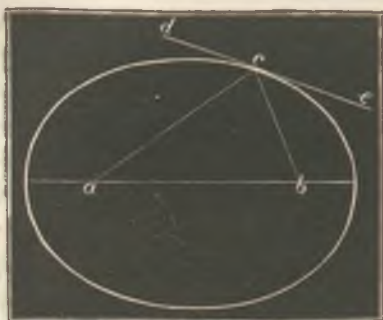
Továbbá valamint az eredeti hullám' irányát  $m$  pontban ugyan-ezen ponton keresztülmenő  $Cm$  sugar mutatja, ugy a visszaverődött hullám' irányát  $cm$  vonallal jelentvén, és a gát' felületének  $m$  pontjára  $rm$  merőlegest bocsátván, leend a beesési szöglet  $u$ , a visszaverődési pedig  $v$ , melyek egymáshoz egyenlők; mert  $Cmb/_=cmb/_$ -hez, ez pedig a csucselleneséhez, és így  $u/_=v/_$ -hez; azaz: *a hullámvisszaverődésben a beesési szöglet egyenlő a visszaverődési szöglethez.*

486) Az imént bebizonyított visszaverődési szabályból következik :

$\alpha$ ) Hogy a köralakú edény' középpontjában gerjesztett hullámok, annak oldalaitóli visszaverődésük után isköralakúak maradnak, és a középpontban támasztott hullámoknak sugarai az edény' oldalaira merőlegesek lévén, azokra a visszaverődött hullámok' sugarainak is merőlegesséknél kell lenni. Ennélfogva a köralakú edény' középpontjában folytonosan gerjesztett hullámok, az edény' oldalától visszaverődöttetekkel egyenesen összetalálkozván, állóhullámokat idéznek elő; miként ezt a hullámgép segítségével könnyen megmutathatni.



- b) Hogy a kerülek-alakú edény' *a* gyupontjában (265. rajz)  
265. rajz.



támasztott hullámok' sugarai, az oldaltóli visszaverődés után a másik gyupontban *b*-ben összpontosulnak. Ez által olly tünemény áll elő, mintha *b* gyupontban is köralakú hullámok támasztottak volna, melyek az *a*-ban származottakkal találkozáván, a 259-dik rajzban ábrázolt hullámidomot idézék elő.

— Ezen nevezetes visszaverő-

dési tüneménynek oka abban rejlik, hogy a kerülek' bármelly pontjára a gyupontokból huzott *ac* és *bc* vonósugarak *c* pont érintőjével mindig egyenlő *acd* és *bce* szögleteket képeznek, és hogy minden egy pontra huzott vonó-sugaraknak összege a kerülek' hosszabb tengelyével egyenlő hosszúságú vonal.

- c) Hogy a hajtalék' gyupontjában *a*-ban (266. rajz) keletkezett hullámok' *ab*, *ac* sugarai, az  
266. rajz.



zett hullámok' *ab*, *ac* sugarai, az at tóli visszaverődés után a hajtalék *ad* tengelyével egyenközös *be*, *cf* irányúakká, a visszaverődött hullámok pedig egyenes, és a hajtalék' tengelyére nézve merőleges hosszúságúakká (mint *gh*, *ik*) változnak. Ellenben ha egyenes *gh*, *ik* hullámdarabok hajtalék-görbületű felületre *da* irányban ütköznek, azoknak a hajtalék *a* gyupontjába összpontosulniok kell.— Ezen tünemények alapulnak a hajtalék' azon tulajdonságán, mellynél-

fogva először bármelly *c* pontjában *acl* és *scm* szögletek egyenlők, mihelyt *cf* a hajtalék' tengelyével egyenközös; másodszor *ab+be* ugyanolly hosszú út mint *ac+cf*.

d) Ha két s hajtalék-görbületű *mn* és *op* gát (267. rajz) a hullámrészbe hozandó folyadék' (higany) felületére merőleges állásban egymás ellenében akkép helyeztetik, hogy tengelyeik összeessenek. akkor az *mn* a gyupontjában gerjesztett hullámok' sugarai

*mn* felületbe ütközhén, s attól egyenközös irányokban visszahajlatván, ujonan *op* hajtalékba ütköznek, melytől úgy hajlatnak vissza, hogy mindannyian egyszerre annak *b* gyupontjába egyesüljenek, miként az illető sugarakon látható nyíljegyek mutatják. Mind ezt, mind a *c*) pont alatti tüneményt hullámgép segítségével könnyű láthatóvá tenni.

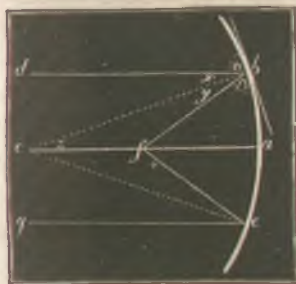
267. rajz.



ható nyíljegyek mutatják. Mind ezt, mind a *c*) pont alatti tüneményt hullámgép segítségével könnyű láthatóvá tenni.

**Jegyzék.** Midőn a hullámokat fölfogó gát körív-görbületű, és az egész körnek igen kicsiny részét teszi, akkor attól a hullámok úgy verődnek vissza, mintha hajtalék-görbületű volna. Legyen a körív-görbületű gát *mn* (268. rajz), ennek mint körívnek sugara *ac*. Föltevéen, hogy *b* pontba ütköző hullámrészecskeének *db* iránya *ac*-vel egyenközös, és huzván *b* pontból *bc* vonalt, mint beesési merőlegest, leend a hullám' sugarától képzett beesési  $\alpha$  szöglet egyenlő a visszaverődési  $y$  szöglettel; következőleg  $\alpha = \beta$ -hoz, valamint a hajtalékban. — Továbbá: minthogy a visszaverődött hullámsugar *ac* vonalt *f* pontban vágja, léssen *mn* kis körívnek gyupontja *f*, mely *ac* mértani sugarnak közepére esik; mert lévén  $x=y$ ; és  $x=z$ , lesz  $z=y$ ; minélfogva *bcf* háromszögben *bf* és *fc* oldalak egyenlők; de *ab* ív kicsinysége miatt közelítőleg  $bf=af$ -hez is; tehát  $af=fc=\frac{ac}{2}$ .

268. rajz.



is; tehát  $af=fc=\frac{ac}{2}$ .

### III. §.

#### A hullámhajlás.

487) Ha a *c* pontban (269. rajz) keletkezett hullám haladtában *ab* nyílással ellátott falra ütközik, akkor a hullámnak *c* nyílásba eső része gátolatlanul folytatja útját, a nyílás' párkányait érintő hullámrészek pedig e párkányok körül olly hullámokká alakulnak, mellyeknek középpontjaik az illető *a* és *b* párkányok. Ezen fiókhullámoknak a nyílás előtti félköre összeolvad az öt nemző hullámnak a faltól visszaverődött részével; a nyílás utáni félköre pedig az öt nemző és a nyíláson átmenekült hullámdarabbal egyesül.

Ennélfogva a faltól visszaverődött, és a nyíláson átment hullám-  
részek a párkányok körül keletkezett fiókhullámok által folytonosösszeköttetésben maradnak. A leirt módon történni szokott összeolvadás által származott hullámok mind a nyílás után, mind a nyílás előtt köralakjukban változást szenvednek; így  $ab$  nyílás után  $cd$  és  $ce$  vonalak közé eső hullámdarabok' sugarai  $c$  pont felé, ugyanazon vonalakon kívül eső hullámdarabok' sugarai pedig részint  $a$ , részint  $b$  pont felé



irányzottak. Hasonlót mondhatni a nyílás melletti falaktól visszaverődött hullámdarabokról is, és ez az oka, hogy a hullámok' ekképi módosítása *hullámhajlás*-nak mondatik.

*I. Jegyzék.* Minthogy az  $a$  és  $b$  (269. rajz) párkányok körül keletkezett fiókhullámok haladtukban mind egymás közt, mind a  $c$  pontból származó eredeti hullámokkal igen sokszor találkoznak; értendő: hogy a hullámhajlási tünetény a hullámtalálkozási vonalak' képzése nélkül véghez nem mehet, valamint azokat a hullámgép' czélszerű használatával előállított hullámhajlási kísérletben csakugyan észre is vehetni. — Az e Fejezetben előfordult tárgyról részletesben szól *Weber* testvéreknek e című munkája: *Wellenlehre auf Experimente gegründet. Leipzig 1825.*

*II. Jegyzék.* A folyadékokban hullámozó mozgáson kívül, ingó és rezgő mozgások is tapasztalhatók. Az ingó mozgás eszközölhető, ha a közösülő, és ugyanazon folyadékot tartalmazó csökek egyikében a folyadék lenyomatik, azután pedig a nyomás megszüntetésével magára hagyatik; mert a mekkora folyadék-mennyiség az egyik csőben lenyomatik, akkorának a másik csőben fölemelkednie kell, melly leszállván az előbb lenyomott folyadékot emelendi föl; így tehát a közösülő csökben létező folyadék ingó mozgásba jő, és azt addig folytatja, míg a mozgási akadályok által meg nem állítatik. Ha a közösülő csök egyenlő üregűek, a fölemelkedési magasság is mindegyikben egyenlő; különben pedig a szűkebb csőben annyival nagyobb, a mennyivel átmérőjének négyzete kisebb a másik átmérőjének négyzeténél. Az ingások, ámbár folytonosan kisebbbednek, mindannyian egyidűsek (*isochronae oscillatio-*

nes). Az ingási idő azonban a mozgásba hozott folyadék-oszlop' hosszától föltételeztetik, (mert ugyanazon erő a különböző hosszúságú folyadék-oszlopokat nem bírja egyenlő sebességű ingásba hozni), és egyenlő azon ingának lengési idejéhez, mellynek hossza az ingó folyadék-oszlop' hosszának felével megegyez. — Mi a folyadékok' rezgési mozgását illeti, egy természetű a szilárd testeknek már tárgyalt hosszrezgési mozgásával.

## ÖTÖDIK SZAKASZ.

### Terjedékeny testek' egyensulyi állapota. L é g n y u g t a n .

(*Aërostatica*).

488) A terjedékeny test természeténél fogva térfogatát minden irányban nagyobbítani törekszik (33), következöleg a részecskéiben létező taszító erő, az ellenhatású vonzó erő által egyensulyozva nem lévén, az reá szabadon működik. Azonfölül mivel a terjedékeny testek némelly szilárd, vagy híg testek által elnyeletnek a nélkül, hogy velük szoros értelemben vett vegyületet képeznének, a tapadási erőnek is ki vannak téve. — Végre minthogy a terjedékeny testek szétterjedési törekvésük daczára sem hagyják el földgömbünket, reájuk kétség nélkül a nehézségi erő is hat. Ezeknél fogva a terjedékeny testek' egyensulyi állapota először a reájuk ható taszító erőre, vagyis rugékonyságukra nézve, azután a tapadási, s végre a nehézségi erőre nézve léssen tárgyalandó.

*Jegyzék.* Azon terjedékeny test, mellyet ki- s be lehelünk, mellyet ha belénk ütközik, szélnek nevezünk; melly a magosan lebegő felhőket föntartja, s magával ide s oda hordja, hajók' vitorláit földuzzasztja, tengerek' vizét borzasztó hullámokká torlasztja, fáklombjait ingatja, sőt némellykor le is tördösi, vagy az egész fákat gyökerestül is kiszaggatja, házak' födelét letépi; melly minden állati és növényi élet' föntartására elkerülhetlenül szükséges, melly fölöttünk azon pompás kékszinű égboltozatot képezi, *közönséges légnek, levegőnek*, egész tömege pedig, mivel földgömbünket környezi, *légmörnek* monadjik. Vannak ezenkívül még más légnemű testek is, ugymint a *gázok, gőzök* és *párák*, mellyek vegytanilag ugyan a közönséges légtől igen különböznek, de műtanilag hozzá igen hasonlítanak. Ennekokáért mind azon nyugtani törvények, mellyek a közönséges légre nézve állanak, emezekre is alkalmaz-



zandók, ha csak bizonyos okoknál fogva a légköri levegőtől nem volnának megkülönböztetendők.

## I. FEJEZET.

### A lég' egyensulyi állapota, rugékonyságára nézve.

489) Midőn a közönséges léget, és hozzá hasonló egyéb légnemű testeket terjedékenyeknek nevezzük, úgy látszik, mintha azoknak rugékonyságát előlegesen föltennők; arról azonban csak tapasztalati uton győződhetünk meg. Így a hólyagba, vagy rugyántás kelméből készült vánkusba szorított lég, enged a nyomásnak, s annak megszűntével előbbi térfogatát ismét visszanyeri. Egy hengeralakú, egyik végén zárt csőben létező lég, a cső' üregét jól záró dugattyú segítségével kisebb térfogatra szorítható, de mihelyt nyomatása megszűnt, a dagattyút visszatolván előbbi térfogatát visszanyerni törekszik. Illy módon meggyőződve lévén a légnemű testek' rugékonyságáról, előbb az egynemű, azután a különböző légnemű testek' egyensulyát tárgyalandjuk.

*Jegyzék.* A terjedékeny testek' rugékonyságára nagy befolyást gyakorol a hőmérsék; ennek növekedésével nő a terjedékeny testek' rugékonysága is, alább szállttával pedig kisebbedik. Tapasztalhatni ezt egy lappadtan fölfujt, s jól bekötött hólyaggal; ha ez befűtött kemenczénél megmelegíttetik földuzzad, meghűlvén pedig ismét ránczos lesz. *Magnus* különös pontosságú vizsgálataiból bizonyos, hogy a légköri lég  $0^{\circ}$ -tól  $100^{\circ}$  C-ig hevítetvén, eredeti térfogatának 0,366-nyi részével, tehát minden egyes hőmérséki fokra csak 0,00366-nyi részével terjed ki; ennél fogva ha  $0^{\circ}$  alatti hőmérsékű lég' térfogata = 1, annak, ha  $100^{\circ}$  C-ra melegíttetik, térfogata leend 1,366. (*Pogg LIV. kötet, 1 lap. 1842*).

## I. Czikk.

### A z e g y n e m ű l é g ' e g y e n s u l y i á l l a p o t a , r u g é k o n y s á g á r a n é z v e .

490) Minden légnemű test rugékonyságára nézve akkor van egyensulyban, midőn további kiterjeszkedése valamelly erő által gátoltatik. Ezen általánosan kifejezett törvény érthetőbbé válik, ha a különböző körülményekre következendőleg alkalmaztatik:

a) *Ha a légre, rugékonyságán kívül, semmi más erő nem működne: akkor üres térben mindaddig szétterjedni kénytelenítenék, míg részecskéinek taszító ereje az ugyanazon részecskékre ható vonzási erővel egyensúlyba nem jönne.* Ezen egyensúlyi állapotban a légtömeg nem különben, mint a folyadékokról mondatott (456), csak gömbalakot ölthetne magára.

b) *Ha a légre, ön rugalmasságán kívül, egyéb erők is hatnak: akkor az üres térben csak addig terjeszkedik, míg valamely akadály, például az öt körülrevő lég' ellenállása, edény oldalai, vagy némely testekhezzi vonzódása által nem gátoltatik.* Az ekkép egyensúlyba jött lég az általa elfoglalt tér' minden részeiben szűkségképen egyenlő sűrűségű, és a további kiterjedését gátoló akadálnak, vagy edény' falainak bármely pontjára egyenlő, és rugékonyságához aránylott nyomást vagy feszítő erőt gyakorol. Föltevé, hogy az edény' falaira kívülről semmi ellenkező irányú nyomás nem léteznék, az edény' falainak össztartási ereje pedig a belülről reájuk ható nyomásnál kisebb: az edény' falainak szétrepedni, vagy ha nyulékony anyaguak, mindaddig nyulniok kell, míg a légnek kiterjeszkedésével aránylag kisebbedő nyomás általuk egyensúlyban nem tartathatik. Ellenben ha az edény' falaira kívülről bármely tényező által akkora nyomás gyakoroltatik, a mekkora a belülről reájuk ható levegő' nyomása: akkor a még olly gyenge oldalú edény sem szakíttatik szét.

c) *Ha valamely edény' falai által elkülönzött térekben létező levegőnek sűrűsége különböző: akkor azon térek' közösülésének létre hozásával onnét, hol nagyobb a sűrűség, a ritkább levegővel telt térbe mindaddig átnyomul a lég, míg mind a két térben egyenlő sűrűséget nem nyer.* Ha azonban a levegőnek egyik térből a másikkai átnyomulása, utjában álló víz vagy egyéb folyadék által gátoltatnék: akkor ezen törvénynek azzal tétetik elég, hogy az utjában létező folyadék mindaddig a ritkább levegő terébe szoríttatik át, míg mind a két térben egyenlő légsűrűség elő nem áll.

491) Az imént fölhozott egyensúlyi törvényen alapszik azon nevezetes készüllet, melly *légszívattyúnak* neveztetik, mivel általa bizonyos edényekből a levegő jelentékeny ritkulási fokig kiszivatható. Ezen készülletnek, melly 1560-dik évben *Guerick Otto* Magdeburgi polgármester által találtatott föl, látszólagos alakja

270-dik rajzban, hosszmetsete pedig 271-dikben látható. Következendő főrészei vannak :

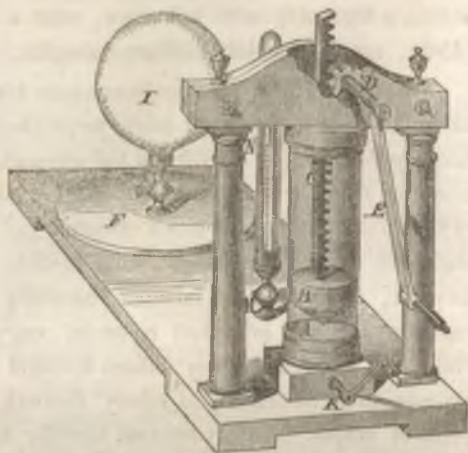
a) Egy sárgarézből vagy üvegből álló és belülről egyenletesen kisimított üres henger, vagyis *A köpü*.

b) A köpü' üregébe légzárólag illő *B dugattgü*, mely bőrrel bevont tömör hengert képez. Ez egy, fogakkal ellátott *C* vasruddal, a végből vagyon összekapcsolva, hogy a rud' fogaiba kapaszkodó *D*korong és ennek tengelyével erősen összefoglalt *E* forgattyú segítségével könnyebben és szabatosan föl s alá mozgattathassék.

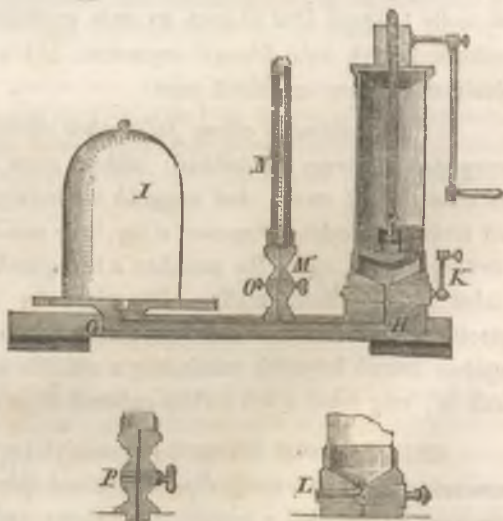
c) Egyenlaposra simított, vagy homályosra csiszolt üveg - tükör - lappal beborított *F*tányér, melynek közepén látható nyílás a köpü' üregével *GH* cső által közösül.

d) Valamelly edény, melyből a lég kihuzandó. Ez

vagy gömbalakú *I* edény (lásd 270. rajz), melynek csappal ellátott



271. rajz.





nyílása  $F$  tányér' közepén létező lyukkal csavar által tétetik közösülésbe, vagy  $I$ üveg  $bura$  (lásd 271. rajz), mely, miután az egyenesre csiszolt párkánya, a benne létező légnek a külsőtől tökéletes elzárása végett, olajjal vagy zsírral bekenetett,  $F$  tányérre állítatik.

$e$ ) A köpü' feneke alatt létező csap, mely kettős nyílással bírván, a  $K$ -val jelelt helyzetben (271. rajz) a köpü' belüregét a  $bura$ ' üregével,  $L$ -el jelelt helyzetben pedig a külléggel teszi közlekedésbe.

$f$ )  $GH$  csővel a köpü' és  $F$  tányér között  $M$  csap közösül (271. rajz), mely nemcsak keresztben fölfelé, hanem hosszmenében is át vagy on furva; az első furat az  $M$  csap' felső végével légzárólag összefoglalt szűk, de 10—14 hüvelyknyi hosszú  $N$   $bura$ ' üregébe vezet, melyben a lég' ritkulását mutató légsűrűmérő létezik; a második furat egy légzárólag belecsiszolt  $O$  rézdugasz által többnyire bedugva tartatik, és csak akkor nyitvatik föl (mint  $P$ -nél láthatni), midőn a légüressé tett burába, vagy egyéb edénybe ismét bebocsátandó a lég. Ezen készüllet' használatával a légritkítás ekképen történik. Miután  $K$  csap' czélszerű állításával a köpü és  $bura$  közlekedésbe hozatott,  $B$  dugattyú a köpü' fenekéről fölhuzatik, minek megtörténtével a burában létező légnek bizonyos része a köpübe nyomul (490,  $c$ ). Azután  $K$  csap úgy fordítatik, hogy a köpü és  $bura$  közti közlekedés megszűnván, a köpüben létező lég a külléggel jöjjön érintkezésbe, a dugattyú pedig lenyomatik; mi által a lég a köpüből egészen kiszorítatik. Ezen kezelésnek többszöri ismétlése után a burában foglalt lég mindinkább megritkul. Miként a létrehozott légritkulás' fokát szivattyúzás közben figyelemmel követni lehessen, az  $N$   $bura$ ' üregében létező légsűrűmérő alkalmas eszközül szolgál, melynek szerkezetét 272-dik rajz nagyobbított mértékben mutatja. Ebben föllállitva vagy on egy villa-formára görbített  $mno$  üvegcső, mely  $m$  végén beforrasztva lévén,  $mn$  szárában pedig higanyt tartalmazván, a növekedő légritkítás' mutatójául szolgál. T. i.  $N$  burában létező levegő rugékonyságánál fogva a nevezett csőben foglalt higanyra,  $o$  nyíláson behatván, bizonyos nyomást gyakorol, és az által ha sűrűsége a küllégével egyenlő, az alább előadandó ok nyomán,  $mn$  szárban a higanyt még akkor is föntartaná, ha benne nem 14, hanem 28 hüvelyknyi magosságú volna. De minél inkább megritkítatik a lég  $I$  és a vele közösülő  $N$   $bura$  alatt, annál kisebb eend a higanyra gyakorlott nyomás is, és így a higany  $mn$



szárban a légritkítás haladtával mindinkább lejjebb száll, *no*-ban pedig emelkedik, és a két higanyoszlop magossági különbsége mutatja a létrehozott ritkítás' fokát; így ha ezen különbség 1 hüvelyknyi, a bura alatti lég' sűrűsége  $\frac{1}{28}$ -nyi részét teszi a küllég' sűrűségének; ha ezen különbség  $\frac{1}{2}$  vonalnyi, akkor a bura alatti lég' sűrűsége már 672-szer kisebb a küllég' sűrűségénél; mert  $\frac{1}{2}$  vonal ennyied része a 28 hüvelyknek; ha a higany mind a két szárban egyenlő magosságot nyerhetne, jele volna, hogy a burából minden lég ki vagy on huzva; mit azonban elérni sohasem lehet; mert már igen jó szivattyú az, melly által az *mn* és *no* szárákban létező higanyoszlopok közötti különbséget  $\frac{1}{2}$  vonalnyira le lehet szállítani.

272. rajz.



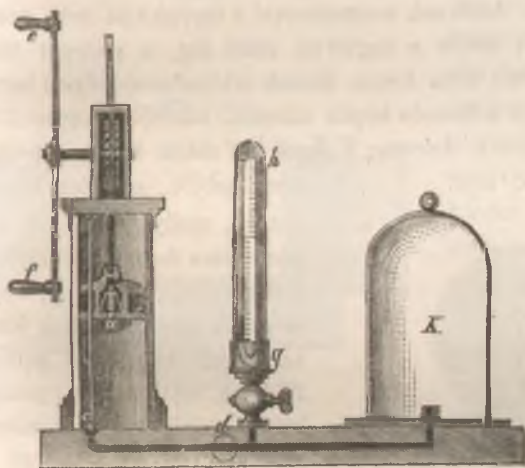
*Jegyzék.* Az imént leirt légszivattyúban, a légritkítás gyorsabb esz-  
273. rajz. kozlása végett, egy köpű helyett közönsé-  
gesen kettőt szokás alkalmazni (273. rajz).



Ezeknek mindegyike különös csappal el-  
látva a bura' üregébe vezető csővel közö-  
sül. A dugattyúk *C* fogas keréknek *AB*  
emelyű általi majd jobbra majd balra  
fordítása által hozatnak mozgásba a módon,  
hogy midőn az egyik emelkedik, ugyanak-  
kor a másik leszáll, és így a légritkításon  
egymást fől váltva működnek. A köpű' fe-  
nekénél látható *a* és *b* csapoknak bizonyos  
időpontban történendő szabatos megfor-  
dítása egy szarv forma vasrud által esz-  
közöltetik, melly a fogaskerék' tengelyének  
tulsó végére vagy on alkalmazva, de a  
rajzban nem jelentetik.

492) Az eddig tárgyalt légszivattyú a köpűk' fenekénél létező csapok miatt *csapos légszivattyúnak* mondatik, és fő hátránya az, hogy midőn a dugattyú a köpű' fenekéig lenyomatik, közötté és a csap közötti térben (271. rajz, 400. lapon) a külléggel egyenlő sűrűségű levegő marad, melly a csap' fordítása után a burának üre-  
gébe kiterjeszkedvén, abban a már megritkított léget valamennyire

sűrűbbé teszi; minekokaért *mn* tér *ártalmas térnek* neveztetik. Ha a bura alatti lég már annyira megritkított, hogy abból a dugattyúnak egyszeri szívásával csak annyi lég huzatnék ki, mennyi a külléggel egyenlő sűrűségi állapotában *mn* tért betölteni képes volna, látnivaló, hogy akkor további szivattyúzás által nagyobb légritkulás már nem eszközölhető. — A csapos légszivattyúnak ezen hiányán *Fortin* az által segített, hogy az ártalmas tért okozó csapok helyébe szelepeket helyettesített, és így a *szelepes légszivattyú* föltalálója lön. Ennek szerkezetét függélyes hosszmetszésben 274-dik rajz tünteti elő. A csapos légszivattyútól abban különbözik, hogy dugattyúja nem tömör, hanem fölülről lefelé nyílással van ellátva, melly igen kis erővel fölfelé nyiló *a* szeleppel födetik. — Azonfölül a dugattyúján légzárólag keresztül megy egy megsimított, egyenletes vastagságú *bc* sár-

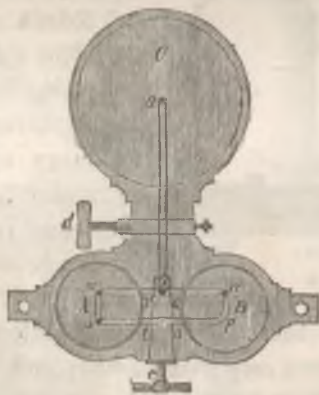


garéz - vessző, melly *c*-nél szelepbe végződván, a bura' üregébe vezető csatorna' száját tökéletesen bezárja. Ugyanezen csatorna mentében *d*-nél egy fekmentes helyzetű csap létezik, melly, miként a csapos légszivattyúnak *M* csapjáról mondatott (491), arra szolgál, hogy általa a bura' ürege mind a köpü' üregétől, mind a küllégtől elzárathassék, vagy hogy a légtől kiürített burába a küllég ismét beeresztethessék. — E szivattyú által a légritkítás ekképen megy végbe: *ef* emeltyű segítségével a dugattyú lefelé tolatván, a rajta szorosan keresztül járó *bc* vesszöt magával viszi, s ennek *c* szeleppével a burába vezető csatornát légzárólag bedugván, az alatta létező levegőt összenyomja, melly *a* szelentyüt fölnyitván szabadon elillan. Azután fölhuzatván a dugattyú, *bc* vesszöt egy kevéssé, de

csak addig, míg  $b$  végével a köpü' födelébe nem ütközik, fölemeli, és így a burában létező légnak utat nyit, miként az alatta támadott üres térbe részint átömölhessék. Ennek megtörténtével a dugattyú ismét lenyomatván, a köpü' üregébe foglalt lég  $a$  szelepen a szabad légbe kisurran, és így tovább. E kezelés folytatásával addig lehet a burában létező levegőt megritkítani, míg a dugattyú alatti lég  $a$  szelepet rugékonyságánál fogva kinyitni képes. — Valamint a csapos úgy a szelepes légszivattyúk is igen czélszerűen két köpűvel és egy  $gh$  légsűrmerővel szoktak ellátva lenni.

493) Nevezetes a szelepes légszivattyúnak *Babinet* szerinti afféle módosítása, mellynek használatával a légritkítást még azután is lehet folytatni, midőn a dugattyú alatti lég  $a$  szelepet többé maga előtt kinyitni nem képes. Ennek értelmezése végett legyen azon lap, mellyen a bura és köpük állanak, fölülről tekintve 275-dik rajzban ábrázolva. Jelentse  $A$  egyik,  $B$  másik köpü,  $C$  pedig a

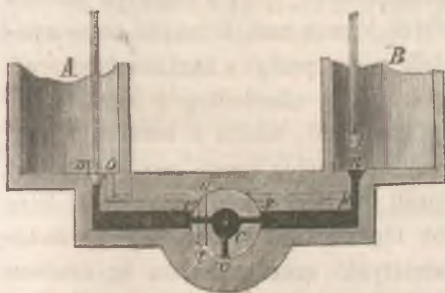
275. rajz.



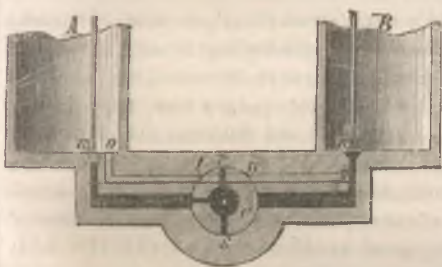
bura' helyét,  $ab$  azon légcsatornát, melly  $b$ -nél két ágra oszolván a bura és köpük közli közlekedésre szolgál,  $m$  egyik,  $n$  másik köpü' fenekén létező szelepnek helyét,  $d$  pedig a 274-dik rajzban is ugyanazon betűvel jeelt csapot. Mindezen részeken kívül, mellyek az előbb leirt szelepes légszivattyúban is megvannak, *Babinet*  $B$  köpünek szelepnyílását  $npo$  csatorna által  $A$  köpűvel hozta közösülésbe, s mind  $mn$  mind  $po$  csatornák' utjába  $c$  csapot

helyezett, melly  $b$ -nél nemcsak  $rs$  irányban keresztül, és  $a$ -tól kezdett csatornát  $b$ -ig folytatólag tengelye irányában, hanem  $rs$ -re merőlegesen is a tengelyeig úgy át van furva, hogy ezen utolsó  $rs$  furattal  $T$  betű alakját képezi, miként a légszivattyú ezen részének  $mn$  vonal mentében képzelt függélyes metszetét jelentő 276-dik rajzban nagyobbítva láthatni. Ugyanazon  $c$  csap  $tu$ -nál (275. rajz), hol  $op$  csatorna beleütközik, úgy van keresztülfurva, hogy egy

körnegyedni fordítása után, lyuka *tu* irányba jövén, *op* csatorna menetével összeessék (lásd 277. rajzot). — Ha ezen csap a 276-dik rajzban



277. rajz.



jelentett helyzetben vagy, általa mind egyik, mind másik köpű a bura alá vezető csatornával közlekedésben van, *tu* és *o* furatai teljesen hatás nélküliek maradván; a légszivattyú tehát a fönnebbi pont alatt leírt módon használható. De mihelyt szivattyúzás közben a bura' üregével közlekedésben levő, és részletesen már fölebb értelmezett légsűrmerő (272. rajz) állásából észrevételik, hogy a légritkítás tovább nem halad, akkor *c* csap egy körnegyedni fordítással a 277-rajzban látható állásba

hozatik. Ennek megtörténtével látnivaló, hogy a burával csak az *A* köpű közösül, *B* pedig attól egészen el vagyon zárva; ha tehát *A* köpűben fölhzatik a dugattyú, a burában megritkított légnék bizonyos része *A* köpűbe jő, melly a dugattyú' bekövetkező lenyomása által *m* szelep bezáratván, *n* pedig kinyittatván, *otup* csatornán *B* légüres térbe megy; honnét, ha a folytatott szivattyúzás alatt annyira megszaporodott, hogy a lenyomott dugattyú' szelepét kinyitni már képes, a szabadba elillan. Ezen módosítású légszivattyúval csakugyan magosabb ritkítási fokot eszközölhetni, mint a közönséges szelepes légszivattyúval, azonban a ritkításnak ebben is vannak határai, mellyek akkor éretnek el, midön a *B* köpűbe kinyomott lég tovább folytatott szivattyúzás után sem bírja a dugattyú' szelepét maga előtt fölnyitni.



494) A légszivattyú által tökéletesen légüres tér nem eszközölhető. Ez a légszivattyúnak imént előterjesztett leírásából is önként kitűnik, de abból is következtethető, hogy a dugattyú' minden emelkedése után a burában létező légnek csak bizonyos része nyomulhat a köpűbe által, a másik része pedig a burában benmarad. A lehető legfőbb légritkítási fok, mely elméletileg a légszivattyú' segítségével elérhető, akkor állana elő, midőn a burában maradt légnek részecskéi egymás ellen érezhetőleg semmi taszító erőt nem gyakorolnának; de ezen képzelt ritkítási fokot gyakorlatilag létrehozni mind ekkoráig a legjobb légszivattyúk' használatával sem lehetett; kétségkívül a légszivattyúk' szerkeztésében az ártalmas térek, és egyéb, ha még olly csekély hiányoknak is elkerülhetlensége miatt. Azon tökéletlen légüres tér, melyet légszivattyúk által eszközölhetni, a valódi légüres tértől megkülönböztetés végett, *Guerickféle ürnek* neveztetik.

I. Jegyzék. Föltevéen, hogy a szivattyú tökéletes, és mind burájának, mind köpűjének beltérfogataik ismereteseek, elméletileg is meghatározhatni azon ritkítási fokot, mely bizonyos számú dugattyú fölvonásoknak megfelel. Ugyanis a bura' beltérfogatót jelentse  $b$ , a köpűét pedig  $k$  betű. Legyen a burába foglalt lég' eredeti sűrűsége  $s$ ; a dugattyú első fölvezése után  $s'$ ; második után  $s''$ , és így tovább. — Minthogy azon lég, mely eredeti  $s$  sűrűségében a burának  $b$  üregét betölti, a dugattyúnak első fölvezésére a bura' és köpű üregében, azaz  $b+k$  térfogathoz szétterjed, látnivaló, hogy ezen esetben  $s'$  sűrűsége annál kisebb leend  $s$ -nél, minél kisebb  $b$  mint  $b+k$  (17. II); tehát áll a következő arány a dugattyú'

első fölvezésére	$s : s' = b+k : b$
a másodikra	$s' : s'' = b+k : b$
a harmadikra	$s'' : s''' = b+k : b$
azaz	$s : s''' = (b+k)^3 : b^3$ ;

honnét a harmadik huzás utáni sűrűség lesz:  $s''' = \frac{sb^3}{(b+k)^3}$ ; e szerint a du-

gattyú  $n$ -dik fölvezésére leszen a keresett sűrűség  $s^n = \frac{sb^n}{(b+k)^n}$ . Föltevéen

például, hogy  $b=k$ , lesz  $s^n = \frac{s}{2^n}$ ; azaz a burában maradt légnek sűrűsége

a dugattyú első fölvezésére csak  $\frac{s}{2}$ , a másodikra  $\frac{s}{4}$ , a harmadikra  $\frac{s}{8}$ , a

negyedikre  $\frac{s}{16}$ -nyi részét teendi az eredeti sűrűségnek. Már ezen kitételből is

kitűnik, hogy a légnek a burából teljes kiszívása még a legkedvezőbb kü-

rülmények között is lehetlen ; mert e töredék  $\frac{x}{2m}$  értéke igen kicsinyné válhat ugyan , de 0-vé soha.

**II. Jegyzék.** A légszivattyú által több kísérletek , mellyek a lég' rugékonyságán alapszanak , eszközölhetők. Így :

a) Egy lappadt , és jól bekötött hólyag a légszivattyú' burája alatt földuzzad , ha abban a levegő megritkíttatik ; mert a hólyagbani lég a bura alattinál tömöttebb lévén , addig terjed , míg mind a kettő egyenlő ritkaságú leend ; ellenben a mint a burába visszaeresztetik a lég , azonnal ismét összelappad (490. b). Ezen oknál fogva egy tágas szájú edény' nyílására szorosan kötött ruggyanta-lemez is a bura alatt domborura dudorodik ; lapos oldalú , és jól bedugott üvegpalaczk szétpukkan.

b) Egy vízzel telt pohárba szájával lefelé fordított palaczkból bura alatt légritkítás kezdetével azonnal a vizen keresztül számos légbuborékok szabadulnak ki , a lég' visszabocsátása után pedig viz nyomul a palaczkba föl , s pedig mindaddig , míg a benne maradott lég a palaczkon kívülvel egyenlő sűrűséget nem nyer. Ekkép a legszűkebb szájú edényeket is meg lehet vízzel tölteni , főkép ha úgy buktatnak a víz alá , hogy szájuk fölfelé álljon. Ide sorozandó azon tűnemény is , melly szerint a víz alá merített puha fából a légszivattyú burája alatt a légbuborékok egész folyammal fejlődnek ki ; mellyeknek helyét a lég' visszabocsátása után viz foglalja el.

c) Egy kehely-alakú pohárba helyezett tojásból , mellynek sós vízben lefelé forduló része fölnyittatott , tartalmának egy része a benne kiterjeszkedő lég által kiszoríttatik , a mint a bura alatti lég elegendőleg megritkíttatott ; ha pedig a lég a burába visszabocsátatott , a tojás' kiömlött része előbbi helyére tolatik.

d) Ha a Cartes-féle báb vízzel annyira megtöltetik , hogy uszhatási tehetségét elveszítse , a bura alá helyezett víztartó edényben azonnal fölszáll , a mint a lég megritkíttatott ; mert az üregébani lég kiterjedvén , a benne létező víznek egy részét maga előtt kinyomja (490. c).

e) Ha Heron lapdája , melly nem egyéb , mint egy gömbalakú , nyílásán légzárólag csaknem fenékgig menő *ab* csővel ellátott edény (278. rajz); ha ez félig vízzel töltve jó magos bura alá tétetik , a légszivattyú dugattyújának mindegyik fölvezésével magosan emelkedő vizsugart lövel föl , melly a lapda' üregében létező , és a bura alattinál tömöttebb lég által sebes ugrásra kényszerítte.

f) A légszivattyú' burája alatt kiterjeszkedő lég által a vizet egyik palaczkból a másikba át lehet hajtani. Vétessenek e végett *a* és *b* palaczkok (279. rajz) , *cde* görbe cső által akkép közösülők , hogy ez mind a két palaczk' fenekeig leérvén , *a* palaczk' szájába egy átfúrt parafa-dugasz' segítségével légzárólag illesztve legyen. A mint a légritkítás megkezdetik , *a* palaczkból *b*-be a

278. rajz.



víz azonnal átfoly; a légnék bura alá bocsátásával pedig *b* palackból *a*-ba visszatakarodik.

III. Jegyzék. A légszivattyú által létrehozott légritkításon alapuló tünemények.

a) A mozgásba hozott test ritkított léghen kevesebb ellenállást talál, mint a sűrűben. Tapasztalhatni ezt a szélmalom formájára alakított, és légszivattyú burája alá helyezett *a* és *b* kereké által (280. rajz), melyeknek egyikében (*a*-ban) a szárnyak lapja a tengelyre merőleges, másikában pedig a tengelylyel egyenközős. Ha ezen egymástól elkülönözt tengelyek körül forogható kereké a közönséges sűrűségű léghen egyenlő sebességű forgásba hozatnak, *b* kerék jóval is hamarább megszünend forogni, mint *a*; mert szárnyainak egész lapjaival a léghé ütközik; ha pedig a lég' lehető ritkítása után tételnek forgásba, mind a kettő csaknem egyenlő ideig folytatja forgását. A kereké' bura alatti forgása *c* záró szelenczén légzárólag keresztül vezetett, és két ágban végződő *d* vessző által eszközöltetik; tudniillik ezen vessző, miután annyira lenyomattott, hogy az ékformára lapított ágai a kereké' tengelyén létező korongoknak fogai közé behattottak, a burán kívül álló fogantyújánál fogva hirtelen megtekerintetik, s a kereké azonnal egyenlő sebességgel forognak.

b) A bura alatt lehetőleg megritkított léghen bármely különböző tömegű testek egyenlő sebességgel esnek. Ennek kísérlet általi megmutatása végett, a légszivattyú' tányérára bura helyett egy 3—4 hüvelyknyi átmérőjű, és néhány lábnyi magosságú *a* üvegcső (281. rajz) állittatik, és annak felső nyílása légzárólag olly *b* rézlemezszelével fűdetik be, melly alsó lapján kívülről szétnyitható csipetűt visel; ezen csipetűbe foglalt különböző fajsúlyú testek, például pehely és ólomdarab a csipetűszétterjesztésével ugyanazon sebességgel, tehát egyszerre esnek le, föltevén, hogy előbb a csőben létező lég lehetőleg megritkított; mert ebben az ellenállás már igen csekély levén, a testek' esése közelítőleg szabad esés gyanánt tekinthető.

c) Tudván a vegytanból, hogy a közönséges lég az állatok' lélekzésére elkerülhetlenül szükséges, előre gondolhatni, hogyha a bura alá egy madarka záratik, annak a légritkítás következtében élni meg-

279. rajz.



280. rajz.



281. rajz.



szűnnie kell; s csakugyan már nehányszori dugattyú fölvonás után rángatózás közben fölfordul, és nem sokára, ha a burába lég nem bocsáttatik, el is hal. Ezen kísérletet még a vízben úszó halakkal is megtehetni. E célra igen alkalmas eszközül szolgál a 282. rajzban ábrázolt *A* üvegedény, melynek fenekéhez egy sárgarézből készült tölcser-alakú *B* ally vagyon forrasztva; ennek párkánya egyenlaposra simítva, ürege pedig *C* 282. rajz.  
görbe cső által az edényben létező víz fölötti térrel közlekedésben vagyon. Ha ezen edény a légszivattyú'tányé-  
rára tétetvén *D* fűdővel légzárólag betakartatik, szivattyúzás által a vízben úszkáló hal élni megszűnend; mert az élete főtartására szükséges lég még a vízből is kihuzatik.



d) Minthogy a hang a hangzó testből közönségesen a levegőn vezetetik halló érzékünkbe, annál gyengébbé válik az, minél ritkábbá tétetik a hangzó test és fülünk közötti lég. Valamint ezt a bura alá puha alyra helyezett keltő-órával, vagy zenélő műszerrel légritkítás folytában tapasztalhatni is.

495) Minthogy a lég rugonyosságánál fogva mindaddig szétterjeszkedik, míg részecskéinek taszító ereje valamelly ellenhatású erővel egyensulyba nem jő, következik, hogy ha az ellenható erő

283. rajz.



a légrészecskék' taszító erejét fölűlmulja, a légnek szűkebb térfogatba összenyomatni kell, s pedig mindaddig, míg a sűrűségének növekedtével szintén növekedő taszító ereje az ellenható külerővel egyensulyba nem lép. Ezen egyensulyi állapotban az összenyomott lég annál nagyobb nyomást gyakorol a kiterjedését gátoló edény' falaira, minél kisebb térfogatra szorítottatik. Innét van, hogy ha vízzel félig telt *A* palaczk' (283. rajz) egyik szájára léggel fölfujt *B* hólyag köttetik, másik szájába pedig parafa-dugaszon keresztül légzárólag csaknem a fenekig érő *C* üvegcső bocsáttatik,

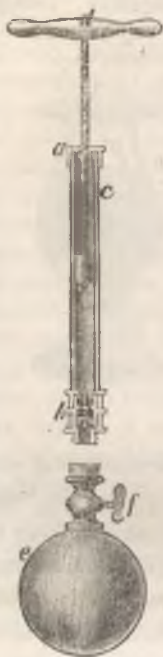
ebben a víz annál magosabban fölszálland, minél nagyobb erővel nyomatik össze a hólyag, vagyis inkább a benne levő lég.

496) A külművileg történendő légsűrítésnek módja abban áll, hogy bizonyos térbe új meg új levegő-mennyiség beszorítottatik. Ezen útoni sűrítés *légnymomatnyú* által legcélszerűbben eszközöl-



hető. Áll az egy szűk üregű, de annál hosszabb *ab* köpüből (284. rajz), mely réz vagy vasból készítve lehet; *a* végétől nem messze

284. rajz.



*c* oldalnyílással, *b* végén pedig kifelé nyíló szeleppel ellátva levén, üregében jól záró, és *d* fogattyú által föl s alá tolható dugattyút foglal. Ha ezen köpűnek *b* végével valamely erős össztartású, s vagy csappal vagy befelé nyíló szeleppel ellátott *e* edény összecsavartatik, abban a léget következő módon sűrítetni meg. Fölhuzatik a dugattyú, míg *c* nyílást túl nem haladja: ekkor a dugattyú után támadott légüres térbe *c* nyíláson a küllég betódul, mely azután a dugattyú' lenyomásával összeszoríttatván, és *b* szelepet maga előtt fölnyitván *e* edénybe nyomul, honnét a dugattyúnak ismételt fölvezésakor többé ki nem szabadul; mert minél sűrűbbé tétetett, *b* szelepet annál nagyobb erővel zárja be maga előtt. E módon bizonyos beltérfogató edényben, ha különben elegendő erős, annál sűrűbbé tétethetik a levegő, minél több benyomások történnek a dugattyúval. Azonban a légsűrítést határnélkül folytatni, ha tekintetbe nem vennők is, hogy azt az edények ki nem tarthatnák, már csak azért

sem lehet, mert a légnomattyú köpűjében is jelen vagyon az ugynevezett ártalmas tér, tudniillik a dugattyú és szelep közti, melyben a dugattyú' lenyomásakor épen olly sűrű lég marad, mint a minő az edényben vagyon; ha egyszer ezen lég a dugattyú visszahuzásával a köpű' üregében szétterjeszkedvén a külléggel egyenlő sűrűségű, akkor a további sűrítés határát már elérte. Ezen tekintetben tehát valamely légnomattyúval csak annyiszor lehet a léget megsűríteni, a mennyiszor az ártalmas tér' térfogata kisebb a köpű' beltérfogatánál.

497) A légsűrítés külművileg légnomattyú nélkül is megtörténik, ha valamely más uton bizonyos térfogat alatti lég kisebb térfogatba összevonulni kényszeríttetik. Ezt legkényelmesben olly légmennyiséggel vihetni véghez, mely a küllégtől valamely folyadék által elzárva vagyon, ha tudniillik az elzáró folyadékkal

nagyobb magosságú folyadékoszlop tételik közösülésbe. Így az *a* edényben (285. rajz) létező lég, az edénynyel össze- 285. rajz.  
függő *bcd* üvegsőbe bocsátott higany által annál-  
inkább összeszoríttatik, minél nagyobb a *cd* csőben  
létező higanyoszlopnak az *a* edénybe nyomult színe  
fölötti magossága; mert a közösülő csők' elmélete  
szerint a higany *a* edényben ugyanazon magosságra  
emelkedni törekszik, a mellyen *cd* csőben van, és  
így az előtte létező levegőt szükségképen össze-  
nyomja.

*Jegyzék.* A sűrített levegő' működésén alapulnak a  
szélpuskában, *Heron* lapdájában és *kutjában*, *buvárharang-*  
*bán* tapasztalható tünemények.

*a)* A szélpuska külső formájára nézve a közönséges  
puskával megegyez. Főrészei: *A* széltartó, *B* cső, és *C* rugszer (286. rajz).  
A széltartó egy vashól készült erős vas edény, a puska' agyát képezi, és befelé  
nyíló *b* szeleppel ellátva lévén arra szolgál, hogy belüregében az imént leirt  
légnymattyú segítségével 50-szer 100-szor vagy többször is megsűrített le-  
vegőt az előforduló használatra megtartsa. A cső egyéb löfegyverek' csőjétől  
nem különbözik. A rugszer pedig a közönséges puskák' sárkányával hasonló  
286. rajz.



szerkezetű, s a végett szolgál, hogy a széltartó edény' szelepét egy pillanat-  
nyira fölnyissa, miként a kirohanó levegő által a csőbe helyezett golyó kilö-  
kettessék. Ennek kellő megértésére tudnivaló, hogy a golyó' föl vételére  
szolgáló cső és széltartó közé egy szűkebb üregű, és kellőleg görbített rövid *D*  
cső vagyon közbesítve, mellynek oldalán, a mennyire lehet, légzárólag egy  
aczel *e* rudacska épen a széltartó' szelepe felé megy keresztül; midőn a rug-  
szer lehillentetik, annak egy kiálló része ezen rudacskába nagy sebességgel  
ütkezvén a szelepet kevés időre fölnyitja; minek megtörténtével az összenyo-  
mott lég a csőbe rohan, és az ott talált töltést fészerejének megfelelő sebes-  
séggel kilöki. Természetes, hogy a szélpuskából egymásután tett lövések  
közül az elsőbbsik mindig nagyobb hatásuak; mert a széltartóban összenyomott  
lég' sűrűsége, tehát fészereje is, minden lövés után kisebbedik; azonban a  
többi körülmények egyenlősége mellett a lövések' erőssége függ az ártalmas

térnek, mely a széltartó szelepe, és a csőben létező töltés között vagy, kicsinségétől is, mert különben a széltartóból kirohanó lég, minekelőtte a töltésbe ütköznék, abban érezhetőleg szétterjedvén, rugó erejében tetemes veszteséget szenved.

b) *Heron' lapdájáról*, melynek szerkezete 294-dik szám II. Jegyzékéből már ismeretes, ezennel csak azt jegyezzük meg, hogy ha az erős vas- vagy rézlemezről készítettvén, körülbelül félig vízzel megtöltetik, azután *f* csapja által (lásd 284. rajzot 410 lapon) a légnyomattyúhoz csavartatván benne a lég elegendőleg megsűrítettik, a csap' kinyitására több ölnyi magosságra ugró sugart lövel ki magából. Azonban szájjal tett befúvás által is lehet a *Heron lapdájá*-ban létező víz fölötti léget annyira megsűríteni, hogy néhány lábnyi magosságú ugrókat adjon.

c) *Heron kutja*. Áll ez *A* és *B* edényekből (287. rajz), melyek *C* és *D* csők által összeköttetvék. *C* cső *A* edény fölötti tányérban vevén kezdetét *B* edénynek fenekéhez közel végződik. *D* cső *B* edény' födele alatt kezdődvén *A* edényben csaknem a tányér' fenekeig ér. Végre *E* csappal ellátott *F* cső *GH* tányér' közepén létező nyílásba csavarva *A* edénynek majd fenekeig megy le. Ha ezen *F* cső helyéből kicsavartatván, *A* edény vízzel nagyobb részint megtöltetik, azután *F* csőnek visszacsavartával *GH* tányérra víz öntetik, az *C* csőn *B* edénybe lefolyván, az ebben, és a vele közösülő *A* edényben létező levegőt valamennyire megsűríti, mely az alatta foglalt vízre nyomást gyakorolván, azt a *C* csőbeni vízoszlopnak megfelelő magosságú ugró sugart képezni kényszeríti. Minthogy ezen ugró vízszögletét elvesztvén *GH* tányérra visszacsik, és *C* csőn *B* edénybe foly, látnivaló, hogy ezen ugró sugar csak *A* edénynek kiürültével szűnhet meg.

287. rajz.



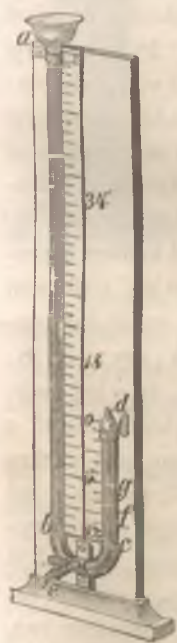
d) *Buvárharang*. Ez lényegére nézve hasonlít egy üvegpohárhoz, mely szájával vízbe merítettvén belüregének csak annyiad részére telik meg vízzel, a mennyire a benne létező lég a reá nehezülő vízoszlop által összenyomatik. Valamint ezen pohár alá zárt madár egy ideig a víz alatt is élhet, úgy a buvárharang alatt víz alá ereszkedett ember ott különféle munkálkodásokat végezhet. A buvárharangnak régenten csakugyan harangidomot adtak, jelenleg *Smeaton* szerint négyszögletesre a kőtözt cölöpökre alkalmazott nagyságban szokott készíttetni. Miként levegővel telt belüregének daczára a víz alá önként lemerülhessen, falai több ujnyi vastagságú öntött vasból állanak, melyek a megtörténhető fölfordulás elkerülése végett, alólól jóval is vastagabbak, mint fölülől. A leereszkedő munkások' számára két oldalról padokkal, fölülől pedig elegendő számú gömbölyű ablakokkal láttatik el, melyekre, mint némelyek ajánlják, igen vastag s domború üvegeket alkalmazni nem épen



szükséges, mert azok kívülről csak kevésbé szenvednek kisebb nyomást, mint belülről. Minthogy a harang alatti lég a benne foglalkozó ember életének főtartására sokáig alkalmas nem marad, a buvárharang felső részén hagyott nyílásra erősített hajlékony csőn, kívülről légszivattyú által folytonosan friss léggel láttatik el, főlöslég lég pedig a harang' párkánya körül nagy buborékokban kiszorittatik. Azt vélhetné valaki, hogy buvárharang segítségével bármely mélységű viz alatt is lehetséges a tartzkodás, mi azonban nem áll; mert 64 lábnyi mélységen alol a buvárharangban megsűrített lég az emberre akkora nyomást gyakorol, mekkorát az sérelem nélkül kiállani nem képes.

498) Az eddig mondottakból kitűnik ugyan, hogy a megsűrített lég az öt foglaló edény' oldalaira nagyobb, a megritkított kisebb nyomást gyakorol; mindazonáltal érdekes, sőt sok tekintetben igen szükséges is, azon viszonynyal megismerkedni, mely a sűrített, vagy ritkított lég' térfogata, sűrűsége, feszítő ereje, és a reá ható nyomás között létezik. Ez *Boyle* (1660), és *Mariotte* (1668) szerint a 288-dik rajzban ábrázolt készülék segítségével határozathatják meg. Áll ez *ab* 5 lábnyi, és *cd* 1 lábnyi hosszú

288. rajz.



üvegcsőkből, melyek egyenközös irányokban egy fa állványra erősítve s egyszersmind léptékekkel ellátva lévén, alól *bc* vas- vagy álczüst cső által közösülnek egymással; *bc* vascsőn *e* csap, *dc* csőnek felső végére alkalmazott foglalatlan pedig *d* csap létezik. Fölnyittatván ezutóbbi csap, a tölcser-alakú *a* nyílásba mindaddig száraz higany töltetik, míg az *cd* cső' üregét egészen be nem töltötte: ekkor *cd* cső' csapjával száraz léget tartalmazó hólyag, vagy egyéb légtartó közlekedésbe tétetvén *e* csap is kinyíttatik, és rajta a higany mindaddig bocsáttatik ki, míg annak csőbeni fölszíne a léptékek' legalsó rovataig le nem száll; ez által *cd* cső száraz léggel léssen megtelve, mely *e* és *d* csapok bezártával a küllégtől csak a *bc* vascsőben létező higany által vagy on elzárva, és így rugonyosság a küllég' nyomásával egyensúlyt tart; de a küllég' nyomása, mint alább fog bebizonyíttatni, körülbelül 28 hüvelyknyi magosságú higanyoszlop' nyomásával egyez meg; tehát a *cd* csőben foglalt légnek 12 hü-

velyekre terjedő térfogata 28 hüvelyknyi magos higany-oszlop'



nyomásának felel meg. Ha tovább *ab* csöbe a higany addig töltetik, míg *cd* csőben *f*-ig föl nem megy, vagyis míg az elzárt lég 8 hüvelyknyi térfogatra össze nem szorul, léssen az *ab* csőbeni higanyoszlop' magossága 18'', mellynek egyik része t. i. 4 hüvelyknyi a a rövidebb csőben ugyanakkora magosságnyra fölemelkedett higanyoszloppal egyensúlyt tartván, a másik 14 hüvelyknyi része a légnek *cd* térfogatból *fd* térfogatba történt összenyomására működik; de mivel ezen lég a higanyoszlop általi összenyomása előtt a küllég' 28 hüvelyknyi magos higanyoszloppal egyenértékű nyomásának alá volt vetve, látnivaló: hogy *fd*, vagyis a légnek 8 hüvelyknyi térfogata valódiilag  $14 + 28 = 42$  hüvelyknyi magos higanyoszlop' nyomásának tulajdonítandó. Végre ha a higany *ab* csöbe addig töltetik, míg *cd* csöbe zárt lég eredeti térfogatának felére, azaz 6 hüvelyknyire össze nem szorul: akkor a higanyoszlop' magossága *cd* csőben leend 6, *ab* csőben pedig 34 hüvelyknyi; ez utóbbinak 6 hüvelyknyi részével a *cd* csőben ugyanazon magosságra fölemelkedett higanyoszlop tart egyensúlyt, a másik 28 hüvelyknyi része pedig a lég' összeszorítását eszközli; de mivel az a higanyoszlop általi összenyomás előtt a küllég' 28 hüvelyknyi magos higanyoszloppal egyenértékű nyomása alatt volt, világos: hogy *gd*, vagyis 6 hüvelyknyi térfogatba  $28 + 28 = 56$  hüvelyknyi magos higanyoszlop' nyomása által szoríttatik. Ha már most a *cd* csőbeni légnek 12, 8, 6 hüvelyknyi térfogatai, mellyekre a fölhozott 3 esetben összenyomatott, az illető nyomásokat eszközlő higanyoszlopok' 28, 42, 56 hüvelyknyi magosságaival kellően összehasonlíttatnak, azonnal kitűnik, hogy az összenyomott lég' térfogatai a megfelelő higanyoszlopok' magosságaival, vagyis az általuk eszközlött nyomásokkal megfordított viszonyban állanak; így:  $12 : 8 : 6 = 56 : 42 : 28$ . Álland ezen viszony még akkor is, ha a lég megritkíttatik. Legyen e végett körülbelül 30 hüvelyknyi hosszú s egyenletes üregű *ab* üvegcső (289. rajz), szabatosan hüvelykekre fölosztva és *a*-nál légzáró csappal ellátva. Ezen cső, miután *a*-nál fölnyíttatott, meríttessék egy vele egyenhosszúságú és higanyval töltött *cd* edénybe úgy, hogy bizonyos része, például 6 hüvelyknyi abból kiálljon. Bezáratván ekkor *a* csap, a csőben létező levegő a külléggel egyenlő sűrűségű, tehát olly állapotban van, mintha 28 hüvelyknyi magos higanyoszlop által nyomatott volna a csőnek 6 hüvelyknyi hosszú üregébe össze. Ha most ezen cső a

higanyból mindaddig fölemeltetik, míg benne a 6 hüvelyknyi tért  
289. rajz. elfoglaló lég 12 hüvelyknyire szét nem terjed,



akkor a csőben fölemelt higanyoszlop leend 14 hüvelyknyi hosszú. Ezen esetben a 12 hüvelyknyi tért elfoglaló lég már nem nyomathatik, mint előbb, 28 hüvelyknyi magas higanyoszlopnak megfelelő erővel; mert ennek egy része az *ab* csőben 14 hüvelyknyi magosságra fölemelt higanyoszlop' tartására szolgál; következőleg a 12 hüvelyknyi tért foglaló lég' összenyomására csak  $28 - 14 = 14$  hüvelyknyi magas higanyoszlop' nyomásával egyenértékű erő működik. Összevetvén, mint előbb, a légnek 6 és 12 hüvelyknyi térfogatait az illető nyomásokat képviselő higanyoszlopok' 28 és 14 hüvelyknyi magosságával, álland:  $6 : 12 = 14 : 28$ ; avagy a 28 hüvelyknyi magas higanyoszlop által gyakorlandó nyomást *P*, ennél nagyobb vagy kisebb nyomást *p*, és ezen nyomások alatti légnek illető térfogatait *V* és *v* betűkkel jelentvén, leend:

$$v : V = P : p \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I);$$

tehát mind az első, mind a második kísérlet nyomán az összenyomott lég' térfogatai ugyanazon hőmérsékben megfordított viszonyban vannak az összenyomást okozó erők' nagyságaival.

Továbbá, mivel a testek' térfogata sűrűségükkel megfordított viszonyban vagyon (17. II), az előbbi arány' első viszonyát *D : d* viszonynyal fölcserélhetni, ha *D* és *d* betűkkel két különféle légnek sűrűsége jelentetik, és így leend:

$$D : d = P : p \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (II)$$

azaz: az összenyomott légek sűrűségei a nyomó erőkkel egyenesen arányosok.

Végre, mivel az összenyomott levegő feszereje (rugonyossága) a reája nyomó erővel egyensúlyban van, az (I) és (II) arányban *P* és *p* erők helyébe illetőleg *E* és *e* betűkkel jelentett feszítő erőket helyettesítvén, és mind a két arányt szokott módon összetevén,

leend:

$$E : e = \frac{D}{V} : \frac{d}{v} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (III)$$

azaz: az összenyomott lég' feszereje sűrűségével egyenes, térfogatával pedig viszás arányban ragyon.

499) A Boyle és Mariotte által fölfödözött, de mégis csak emennek nevét viselő és imént részletesen előadott törvény Oersted tapasztalata szerint \*) 112-szer megritkított, Arago és Dulong kísérlete nyomán \*\*) pedig 27-szer megsűrített légköri légben még érvényes; azonban elméletileg is könnyű áttallátni, hogy ezen törvény bármelly légnemű testeknél legfőlebb csak azon határok között állhat fön, mellyeket egyik felül a kiterjeszkedett lég' részecskéinek taszító és vonzó erők közti egyensuly, másik felül a légnemű testek' híg állapotbai elkezdett átmenete teszi.

*Jegyzék.* Mariotte törvényén alapulnak azon eszközök, mellyek segítségével valamelly edényben összenyomott légnék sűrűsége vagy feszítő ereje meghatározható, a miért is ezen eszközök légsűrűmérőknek nevezethetnek. E következők:

a) Egy vékony és önkényes hosszúságú *ab* üvegcső (290. rajz), melly *a*-nál beforrasztva, *b*-nél pedig csavarral ellátott sárgaréz foglalatba ragasztva

290. rajz.



lévén, magában *c*-nél egy csöpphiganyt tartalmaz, hogy az által az *ac* részében foglalt lég a küllégtől elválasztassék. Ha ezen cső *b* csavar-

nál fogva valamelly edény-nyel, mellyben a lég megsűrítendő, közlekedésbe hozatik, a mint a légsűrítés kezdődik, a higanycsöpp *c*-től *a* felé mozduland, és azon törvény' nyomán, melly szerint a testnek térfogata megfordított viszonyban áll a sűrűségével, annál nagyobb sűrűséget mutatand, minél kisebb térbe szorítottatott az *ac* térben létező lég. Így a higanycsöppnek *d*-nél létekor az edénybeni lég' sűrűsége már kétszeres; mert  $ad = \frac{ac}{2}$ ; *e*-nél négyszeres, *f*-nél nyolczszoros;

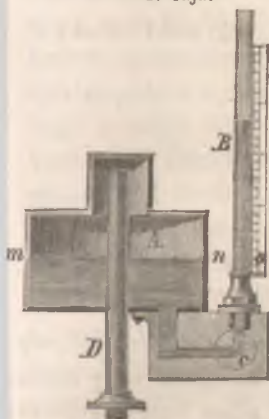
mert  $ae = \frac{ac}{4}$ , és  $af = \frac{ac}{8}$ . Ugyanezen légsűrűmérő használtatik a viz' összenyomhatóságára vonatkozó kísérletben is (424. *Jegyzék.*)

b) A vasedényke (291. rajz) *B* nyilt üvegcsővel, mellynek hossza a körülményekhez képest különböző lehet, olly összeköttetésben áll, hogy közlekedésük *c* csap által vagy elzárható, vagy helyre állítható. Az *A* edénykébe *mn*-ig töltött higany *B* csőbe *o*-val jelelt pontig nyomul, s ezen pont a csőre metszett, vagy melléje helyezett léptéknek kezdeteül szolgál. Ha *A* edényke

\*) Schueiger's Journal der Physik, XLV. kötet, 352. lap.

\*\*) Poggendorf's Annalen der Physik, XCIV. kötet, 450. lap.

belüregéből lefelé nyúló *D* cső a sűrítendő légnemű testet magában foglaló edénnyel közlekedésbe tétetik, önként világos: hogy az ebben összenyomott lég vagy gőz az amabban létező higany' felületére is gyakorlandja nyomását, melynek következtében a higany *B* csőben a nyomáshoz arányzott magosságra emelkedik föl, és a légkör' nyomásánál annyszor nagyobbát mutat, a mennyiszer 28 hüvelyknyi. Minthogy azonban tetemesb nyomás létrehozásakor *B* csőnek igen hosszúnak kellene lenni, helyette olly csőt is szokás használni, melynek felső vége vagy beforrasztva, vagy csappal bezárva vagyon. Az ekkép módosított légsűrmerő az *a)* pont alatt tárgyalttal lényegileg ugyanaz levén, azé-  
hoz hasonló fölosztású léptékkel láttatik el, megjegyezvén mindazáltal, hogy a lépték által mutatott sűrüségi fokhoz még az is hozzá-



adandó, mely a csőben *o* pontból fölhajtott higanyoszlopot illeti.

*c)* Némellykor az összenyomott légnemű testek' feszeréjének kikémlése végett légsűrmerők helyett ugynevezett *biztosító szeleppel* élünk, mely az edény' falának bizonyos részén készített nyílásra alkalmaztatván vagy közvetlen (292. rajz), vagy a szelep' közepéből kiálló támaszon nyugvó egykarú emeltyű által közvetve (293. rajz) ismeretes nagyságú súlylál terheltetik

292. rajz.



293. rajz.



meg. Biztosítószelepnek azért neveztetik, mert az összenyomott légnemű testnek fölösleges részét az edényből azonnal kibocsátja, mihelyt annak feszeréje a szelepre ható ter-

helék' nyomását fölülmulja, és így az edényt a netalán történhető szétpukkástól megóvja. Ha e szelepnek nyomás alatti területe pontosan megmérjük, könnyű kiszámítani a terhelék' nagyságát, mely a szelepre közvetlenül helyzendő, hogy az csak akkor nyíljon föl, midőn a reá működő feszítő erő a légkör' nyomását, mely egy négyszög ujja  $12,5 \bar{a}$ , például négyszer fölülmulja. Mert legyen a biztosító szelep' nyomott területe  $0,5$  négyszög ujja, leend:  $1 : 12,5 = 0,5 : x$ ; honnét az egy légköri nyomásnak megfelelő terhelék  $= 6,25 \bar{a}$ ; tehát négy légköri nyomást egyensúlyzó terhelék leend:  $4 \cdot 6,25 = 25 \bar{a}$ ; de mivel a légkör a szelep külső területére  $6,25 \bar{a}$  erővel ugyis működik, azt az előbbiből kivonván, leend a szelepre közvetlenül helyzendő teher  $5 - 6,25 = 187,5 \bar{a}$ . Ha azonban a terhelék a szelepre támaszkodó *ab* emeltyű-



nek (293. rajz)  $b$  végére volna akasztandó, akkor az a föltalálnál annál kisebb leend, minél kisebb  $ac, ab$  karnál; mert az emeltyű' természeténél fogva áll:

$$y : 18,75 = ac : ab; \text{ honnét } y = 18,75 \frac{ac}{ab}; \text{ föltevén, hogy } ac=1, ab=6; \text{ lé-}$$

$$\text{szen: } y = \frac{18,75}{6} = 3,125 \text{ \AA}.$$

## II. Czikk.

A különböző légnemű testek' egymásközi egyensúlya, rugalmasságukra nézve.

500) Midőn egyik légnemű test a másiktól olly engedékeny oldalú edény által vagyon elválasztva, melly az egyik vagy másik kiterjeszkedhetését érezhetőleg nem gátolja: akkor ezen különböző légnemű testek közti egyensuly csak ugy lehetséges, ha az őket elválasztó falra mindegyik egyenlő nyomást, vagyis feszítő erőt gyakorol. Az ekkép egyensulyzó légnemű testeknek egymás ellen gyakorlott feszítő erejük tehát egyenlők, de sűrűségek igen különbözők lehetnek. Például szolgálhat egy könnyenyl lappadtan fölfujt igen hajlékony oldalú hólyag, vagy szappanbuborék, mellyben létező könny rugalmasságánál fogva az őt környező légkör' rugalmasságával egyensulyt tart, ámbár sűrűségek egymástól nagyon elütnek. Azon feszerő, mellyet valamelly légnemű test, tekintetbe nem vevén sűrűségét, a további kiterjeszkedésének ellenszegülő gátra gyakorol, *átalános rugalmasságnak*; amaz pedig, mellyet bizonyos sűrűségű légnemű test szétterjeszkedési törekvése által kitüntet, *fajlagi rugalmasságnak* neveztetik. Ez két légnemű testek közül abban nagyobb, melly ugyanazon sűrűség mellett nagyobb feszerővel, és ugyanazon feszerő' kitüntetésekor kisebb sűrűséggel bir. Ha tehát két légnemű testek' fajlagi rugalmasságát  $F$  és  $f$ , feszülési erejét  $E$  és  $e$ , sűrűségét  $D$  és  $d$  betűkkel je-

$$\text{lentjük, leend: } F:f = \frac{E}{D} : \frac{e}{d};$$

azaz: *a légnemű testek' fajlagi rugalmasságaik a feszítési erejükkel egyenes, sűrűségükkel pedig megfordított viszonyban vannak.*

501) Ha különböző és egymásra vegyileg nem működő légnemű testek, például könny, közönséges lég, és szénsav, egy-

mással közvetlen érintkezvén ugyanazon edényben léteznek, a híg testekről mondott szabálynál fogva (429) azt lehetne gondolni, hogy azok kisebbedő tömöltségek szerint egymás fölibe helyezkedvén ugyanannyi elkülönzött rétegeket képezendnek; ezen szabály azonban a légneműekre nem alkalmazható; mert ámbár igaz, hogy a szájjal fölfelé álló palaczkba töltött szénsav — mivel a közönséges légnél sűrűbb — legelőször is annak alsó részét, a szájjal lefelé fordított palaczkba pedig a könnyű — mivel a közlégnél ritkább — annak felső részét foglalja el; de tapasztalás szerint az is bizonyos, hogy, ha ezen palaczkok nyitva hagyatnak, belőlük az említett gázok tökéletesen eltűnnek; ha pedig jól bedugaszolvák, a bennük foglalt köz. levegővel egyenletes keveréket képezendnek. Miből kitetszik, hogy egyik légnemű test a másik kiterjeszkedését késlelteti ugyan, de nem gátolja, és hogy minden légnemű test a másiktól elfoglalt térben épen úgy terjeszkedik szét, miként szétterjeszkednék, ha az tökéletesen üres volna. — Ezen tulajdonsága a légnemű testeknek *légszétoszlásnak* (*Diffusio gasorum*) nevezetik. Ennek tulajdonítandó, hogy ámbár a légeny valamivel ritkább az élenynél, a légkörnek mégis minden rétegeiben egyenletesen keveredve vannak.

502) A különböző légnemű testek' egymásközi szétoszlása akkor is megtörténik, midőn a különböző légnemű testeket foglaló térek egymással igen szűk nyílások által közösülnek. Így például ha köz. léggel telt *a* palaczk (294. rajz) szénsavat tartalmazó *b*

294. rajz.



palaczkkal egy *c* hajcső által közlekedésbe tétetik, *a* palaczkból a köz. lég *b* palaczkba, ebből pedig a szénsav' nagyobb sűrűségének daczára *a* palaczkba hosszabb idő alatt akkora mennyiségben megy át, hogy mind a kettőben a nevezett légneműk egyenletes keveréket képeznek. Ide sorozandó azon tünemény is, melly szerint a bezárt lakó szobáinkban az éleny, ámbár lélekezés és világítás által folytonosan fogyasztatik, a légeny nyel ugyanazon arányban van keveredve, a mellyben a küllégben találtatik. — Továbbá ha valamelly, a köz. légtől különböző légnemű testet

tartalmazó palaczk' szája gipszszel jól betapasztatik, annak parányi

likacsain a bezárt gáz idővel mind kitakarodik, s a légkörben szétoszolván helyét a köz. légnek engedi. Sőt ha a köz. légtől különböző légnemű testet foglaló palaczk' szája hólyaggal vagy vékony ruggyánta-lemezzel, közönséges meggyőződés szerint légzárólag köttetik is be; a lég-szétoszlás hosszabb idő alatt mégis véghez megy; minek következtében hólyagokban, vagy ruggyántás kelmekből készült tömlőkben a gázokat, főkép a könnyt fölfogva tartani nem lehet. — Ezekből látható, hogy az említett közegeken keresztül történni szokott légszétoszlás igen hasonlít a folyadékok' átszivárgási tünetényéhez (460. J. e.).

503) A légszétoszlás tökéletesen még akkor sem gátoltathatik meg, midőn két különböző légnemű test egymástól valamelly folyadék által vagyon elzárva. Mert a folyadékok, különösen a víz a vele érintkező légnemű testekből többet kevesebbet elnyelvén, és az egyikből elnyelt részt a másikkal telt térbe szabadon bocsátván, a légszétoszlást, ha lassan is, közvetve eszközölik.

*Jegyzék.* Graham a különféle légneműek' szétoszlási sebességének meghatározása végett *ab* üvegcsőt (295. rajz) használt, melly  $\frac{1}{2}$  hüvelyknyi tárgulatú lévén, *a* végénél vízzel elegyített gipszszel betapasztva, *b* végén nyitva,

295. rajz.



közepén pedig 2 hüvelyknyi átmérőjű *c* golyóra fujva volt — Megtöltvén ezen csőt a kémlelés alá veendő gázzal, például könnynyel, *b* végével vízbe állította, s csak arra ügyelt, hogy szétoszlás alatt a csőn kívüli víznek színét a csőbeni víz' színével folytonosan egyenlő magasságban tartsa; midőn a csőben létező víznek színe többé már nem emelkedett, jelül szolgált, hogy a csőbe zárt könny abból egészen eltűnt, s a cső' üregébe a gipszen keresztül küllég nyomult be. Ekkor összehasonlítván ezen utolsónak térfogatát az

előbbinek térfogatával, úgy találta, hogy azok egymáshoz megfordított viszonyban vannak a sűrűségeikből vont négyzetes gyökökkel.

504) Mi a szétoszlás által a különböző légnemű testekből eredett keveréknek feszerejét illeti, az egyenlő az összekeveredett légnemű testek által különösen gyakorlandó feszerek' összegéhez. Mert miután mindegyik légnemű test a másiktól elfoglalt térben épen úgy terjeszkedik szét, mint szétterjeszkednék, ha azon tér üres volna, látnivaló, hogy egyik légnemű test a másikat feszerejének gyakorlásában nem gátolja; ennélfogva mindegyik a másikkal összekeveredés után az edény' falaira feszerejével úgy hat, mint

hatna, ha az edény' üregét magányosan foglalná el; de mindegyik légnemű test' feszereje az edény' falainak minden egyes pontjára ugyanazon irányban működik; tehát a légnemű testek' keverékének feszereje csakugyan egyenlő az egyes légneműk' feszerejüknek összegével. Ezen állítást hánylási uton következőleg bebizonyíthatni. Jelentse két légnemű és összekeveredett testnek összes térfogatát  $V$ , és összes feszülési erejét  $E$ ; azon esetben pedig, midőn ezen légnemű testek egymástól elválva gondoltatnak, legyen egyiknek térfogata  $V'$ , másiké  $V''$ , valamint egyiknek feszülési ereje  $E'$ , másiké  $E''$ . Mindegyiknek feszülési erejét az összes feszülési erejükkel összehasonlítván *Mariotte* törvénye szerint (498. I.), áll:

$$E' : E = V : V', \text{ és}$$

$$E'' : E = V : V''; \text{ honnét}$$

$$E' : E'' = V'' : V'; \text{ vagy}$$

$$E' : E' + E'' = V'' : V'' + V'; \text{ de}$$

$V'' + V' = V$ , tehát az első arány' értelme nyomán  $E' + E''$ -nek is egyenlőnek kell lennie  $E$ -hez.

## II. FEJEZET.

### A légnemű testek' egyensulyi állapota, tapadási erőre nézve.

505) Midőn valamelly légnemű test szilárd vagy híg testekkel érintkezik, azokkal kisebb vagy nagyobb mennyiségben egyesül a nélkül, hogy velök vegyegyesületet képezne. Ezen egyesülés *elnyelésnek* mondatik, és a szilárd vagy híg testek által a légneműekre gyakorlott tapadási erőnek tulajdonítandó. Ez t. i. az érintkezésbe levő légrészecskék' taszító erejét egy részint legyőzván, azokat a szilárd vagy híg testek' felületén mintegy sűrített légréteg' képzésére kényszeríti, s pedig mindaddig, míg ezen megsűrített, illetőleg elnyelt légréteg a korlátolt taszító erőt tömörségével pótolván, mind az elnyelő test' tapadási vonzásával, mind a szabadon maradt lég' rugékonyságával egyensulyba nem lép. Tömött szilárd testek, mellyek' belsejébe a lég be nem hat, légnyelési tehetségűget csak a felületükön gyakorolhatják; a likacsosok ellenben, mint-hogy a lég belsejükbe is benyomulhat, az elnyelést belső részeiken is véghez viszik. A híg testek által gyakorolható légnyelés is csak azoknak felületén történik ugyan, de mivel részecskéik igen moz-



gékonyak, lassanként az egész híg tömeg megtelik az elnyelt lég' részecskéivel.

506) *Külön anyagú testekben az elnyelési tehetség igen különböző.* E tekintetben a szilárd testek között legnevezetesebb a csont és faszén, ez utolsó különféle légnemű testekből annál többet nyel el, minél tömöttebb fából készítettett; ha azonban igen finom porrá töretnék, nyelési tehetségéből sokat veszít. Így a parafa' szene igen csekély nyelési tehetséggel bír; 1 köb ujjnyi poszpangfaszén a könenyből 1, 75, légenyből 7, 5, élenyből 9, 25, szénsavból 65, sósavból 85, könlegegből 90 köb ujjnyi mennyiséget képes magába szívni. Erről könnyű meggyőződni, ha egy üvegcső alá, mely fölül beforrasztva, alól higanyval elzárva, és a nevezett légnemű testek' valamelyikével megtöltve vagyon, izzó szén, miután az elzáró higany alatt elojtatott, bocsáttatik; mert az elnyelés következtében a higany fölnyomul, és a csőre metszett léptéken az elnyelt lég' térfogatát mutatja. Némelly körülményekben az elnyelés által megsűrített légnemű testek vagy egymásközt, vagy az elnyelő anyaggal vegyegyesülnek, és nagy hőséget idéznek elő. Így a jól elkészített szén könkéneg' és éleny' érintkezésében, vagy nedves légkörben már nem egyszer egész az izzásig fölhevülni tapasztaltatott. Ide sorolandó az érenyapló' izzása is, ha élenynyel keveredett köneny, vagy borszesz-gőz vezettetik reá. Hasonló tünetény a finom részekre fölőszlatott, és közönséges hévmérséken fölül megmelegített arany, pallany és ezüstnél is észrevehető. Tudniillik a nevezett fémek tömötltségükhez aránylott tapadási erejüknél fogva az éleny- és köneny-részecskéket a vegyegyesüléshez megkívántató fokig összésűritik, mellynek beálltával az izzást okozó hőségnek fejlődni kell. Az éleny' és köneny' vegyegyesülését az említett fémek lemez formában is, de izzás nélkül, eszközlik, ha felületük minden idegen anyagtól kellően megtisztított. Hogy a nemtelenebb fémek e kitünő tulajdonsággal nem birnak, *Henry* szerint annak tulajdonítandó, hogy a felületükön összésűritett éleny magával a fémmel előbb egyesül, mintsem a könenynyeli egyesüléshez szükséges sűrűséget elérhetné; az így képzett elég-réteg pedig a további légsűrűsödést úgy, mint a tiszta fémfelület, már nem eszközölheti. — A légnyelési tehetségre nézve szilárd testek közül megemlítendők még a tajtföld, égetett gipsz és agyag, üveg, gyapju, gyapot és

selyem. — Mi a híg testeket illeti, azok közül a víz legtöbb légnemű testeket, és legnagyobb, de anyagukhoz képest különböző mértékben nyel el; a körlégből mind élenyt, mind légenyt vesz föl, de az élenyt nagyobb arányban, mint a légkörben találattik; 1 térfogatú víz 1 térfogatnyi szénsavat képes elnyelni.

507) *A testek' légnyelési tehetsége meghűtés és nyomás által elősegítettetik, melegítés által és nyomás kisebbitésével pedig korlátoltatik.* Mert a légnemű test' elnyelt része az elnyelő test körül szabadon létező részével folytonosan egyensúlyi viszonyban marad; ha tehát ez hűtés vagy nyomás által megsűrítettetik, megsűrítettetni kell amannak is, azaz a szabadon létező légből új adag nyeletik el; e szerint a víz, mely közönséges légköri nyomás alatt tulajdon térfogatával egyenlő térfogatú szénsavat nyel el, a meghűtés, vagy külnyomás által megsűrített szénsavból is térfogatra nézve ugyanannyit mint előbb, de tömeg tekintetéből annyival többet veend föl, mennyivel sűrűsége a meghűtés, vagy külnyomás által növekedett. Ellenben ha a szabad lég melegítés által, vagy nyomás kisebbitése miatt kiterjed, kiterjedni kell az elnyelt légrésznek is, és így ennek egy része az elnyelő testből kiszabadul. Azonban ha valamelly légnemű testet magában elnyelve tartó test, a körülötte szabadon maradt léggel együtt elzárt edényben vagy on, az a meghűtés vagy melegítés következtében (csak amaz a fagypontra, emez pedig a forrpontra ne történjék) az elnyelt léget el nem bocsátja, sem pedig belőle többet föl nem vesz; mert mind az elnyelt, mind a szabadon levő lég' rugékonysága a melegítés vagy meghűtés által egyenlően változik, és így a köztük fönnálló egyensúly nem háborítottatik; például szolgálhat a jól bedugaszolt palaczkban tartott savanyú víz vagy pezsgő bor, melyből az elnyelt szénsav jelentékeny hőmérséki változások daczára sem fejlődik ki; ha pedig a palaczk fölnyittatik, az elnyelt szénsav számtalan buborékokban annál élénkebben bontakozik ki, minél magosabb hőmérsék, és kisebb nyomás alatt létezik.

508) Ha bizonyos légnemű testet egész az egyensúly helyreálltaig elnyelve tartó szilárd vagy híg test valamelly edénybe zárt más légnemű testtel érintkezésbe tétetik, az előbbi egyensúly azonnal bomlásnak indul; az elnyelt légnemű test' bizonyos része kiszabadul, és az elnyelve maradt részszel új egyensúlyi állapotba lép,

az edényben foglalt uj légnemű testből ellenben annyi nyeletik el, a mennyi elnyelt állapotában a szabadon maradt részszel egyensúlyt tartani képes. Ha mind a két légnemű test az elnyelő iránt egyenlő tapadási erővel viseltetnék, és fajlagi rugonyosságuk is egyenlő volna: akkor az egyikből épen annyi nyeletnék el, a mennyi a másiktól kiszabadul; mi azonban a különfajú légnemű testeknek egymástól többé kevesebbé elütő tulajdonaiknál fogva sohasem történik; így ha 1 térfogatú víz, melly magában 1 térfogatú szén-savat elnyelve tartalmaz,  $\frac{1}{2}$  térfogatú légenynyel egy edénybe záratik, a szénsavból  $\frac{1}{2}$  térfogatnyi mennyiség fejlődik ki, a légenynek pedig csak igen csekély része nyeletik el.

*Jegyzék.* A mondottakból mind elméleti, mind gyakorlati tekintetben fontos következmények vonhatók. Így érthetni belőlük:

a) Miért lehet keveset adni olly gáz' tisztaságára, melly a küllégtől víz vagy higany által sokáig volt elzárva, avagy üveg dugaszokkal ellátott palaczkban tartatott; és miért duzzad föl csaknem a szétpukkanásig egy jól bekötött hólyag, melly félig közönséges léggel megtöltve, és megnedvesítve szénsavat foglaló, és vízzel elzárt üveg harang alatt mintegy 24 óráig hagyatik, (t. i. a hólyag' külső felületén a szénsav elnyeletik, belső felületén pedig szabadon bocsáttatik).

b) Ha bizonyos légnemű test, például szénsav, víz által nagyobb mennyiségben volna elnyeletendő, valamint ez a mesterséges savanyú vizek' készítésében megkívántatik: akkor a mondottak nyomán a szénsavnak tetemes nyomás által megsűrítettetni, a víznek pedig minél inkább meghűttetni kell. A pezsgő bor vagy sör is csak azért tart magában olly nagy mennyiségű szénsavat elnyelve, mert a forrás által nemzett, és az erős zárt palaczkban igen összehúzott szénsavval van érintkezésben. Ellenben az elnyelt légtől hármelley test is nagyobb részint megszabadíttatik melegítés által; így a friss kutvizet tartalmazó üvegedény' oldalaira sok légbuborékok rakodnak, ha az a befűtött kemenczén valamennyire megmelegszik; a forrásig fölhevített, s forrásban több ideig tartott vízből pedig az elnyelt levegő csaknem egészen kitakarodik: minckokáért az ilyen víz, míg ujonnan levegőt nem nyel el, sem ivásra nem jó, sem a halak' éltetésére nem alkalmas. Valamint a forrásba hozott, ugy a megfagyasztott vízből is kiszabadul az elnyelt lég; innét van, hogy a jégben többnyire sok szétszórt légbuborékok láthatók. — Továbbá a folyadékoknak elnyelt légtől megtisztítása a reájuk ható nyomás' kellő kisebbitése által is eszközölhető; így a légszivattyú burája alá helyezett közönséges vízből, de még inkább a savanyú vízből számtalan légbuborékok bontakoznak ki, ha a lég fölötte elegendőleg megritkíttatik; a pezsgő italok is csak akkor kezdenek pezsgeni, miután az őket tartalmazó palaczk' kinyitásával a nagy nyomás alól felszabadulnak.

c) Minthogy különfajú anyagoknál a légnyelő tehetség különböző, hígtesteket, például vizet, az általa elnyelt légtől az által is megszabadíthatni,

ha ollynemű anyagokkal elegyítették, mellyek a viznek légnyelési fogékony-ságát nagyobb mértékben kisebbítik; ilyenek például a sók, savak, czukor, s. a. t.

### III. FEJEZET.

#### A lég' egyensulyi állapota, nehézségére nézve.

509) A nehézség a testeknek közös tulajdonsága lévén, önként következik, hogy a légnek is nehézséggel birnia kell. Erről azonban mind vizsgálódási, mind kísérleti uton még inkább meggyőződhetünk. Ugyanis a földgömb körül mintegy borítékot képző légkör, azt a már tárgyalt rugonyossága, és nagy terjedhetősége daczára sem hagyja el. — Továbbá ha egy jókora nagyságú gömbalakú, csappal ellátott, és közönséges léggel telt edény a mérleg' egyik karjára akasztatván, a másik karról függő csészébe rakott terhelményekkel egyensulyba hozatik, fön nem áll többé az egyensuly, mihelyt ezen edényben légszivattyú által a lég jól megritkítatik, vagy légnymattyú által megsűrítettetik; első esetben t. i. a mérleg' csészéjébe rakott terhelményeknél könnyebbnek, másokban pedig nehezebbnek fog mutatkozni. E módon a közönséges légtől különböző légnemű testek' nehézségéről is meg lehet győződni; mert ha az említett gömbalakú edény' sulya, minekutána belőle a közönséges lég lehetőleg kiszivattyúztatott, a mérlegen megmértetik, azután pedig kémlendő léggel megtöltetvén ismét a mérleg' karjára akasztatik, látnivaló lesz, miként sulya valamivel csakugyan növekedett.

510) Hogy bizonyos térfogatnyi, például 1 köblábnyi légnek sulya meghatározathassék, előbb a légnek tömötségét szükséges meghatározni, mi ekkép történik. A főnebb említett gömbalakú s magában köz. léget foglaló edény' sulya egy mérlegen pontosan megmértetik, legyen az  $= a$ . Azután csappal ellátott szájánál fogva a légszivattyúhoz kellően csavartatván, a lég belőle lehetőségig kihuzatik, és a csappal elzáratván ismét megmértetik, az előbbinél valamivel kisebb sulya legyen  $= b$ . Minthogy ez nem egyéb, mint magának az edénynek, és benne maradt kevés légnek, mellyet kihuzni nem lehetett, sulya, lészen a belőle kihuzott lég' sulya  $= a - b$ . Miként megtudhassék a kihuzott léggel egyenlő térfogatú viznek



sulya, a szóban levő edény' csapja egy más tágas edényben létező tiszta vízbe mártatván fölnyittatik; minek megtörténte után a víz a ritkított léggel telt edény' üregébe benyomul (490. c). Ha az edény olly mélyen mártatik a vízbe, miként a külső és belső víznek színe egy síkban legyen, s mind e mellett több víz már bele nem megy, jelöl szogál, hogy az edényben maradott lég a küléggel egyenlő sűrűségű lett. Ekkor bezáratván a csap, és az edény jól megtörültetvén ismét megmértetik, sulya legyen  $= c$ ; miből az edény' és benmaradott lég'  $b$  sulyát kivonván, leend a kihuzott léggel egyenlő térfogatú víz' sulya  $= c - b$ . Mindezeknek véghezvitele után a víznek tömötségét egységül vevén, a 440-dik szám értelme

nyomán leend a légnek tömötsége  $= \frac{a-b}{c-b}$ . Ha az imént leirt ki-

sérlet 3° R hőmérsék alatt kellő figyelemmel történik, kisül: hogy

$$\frac{a-b}{c-b} = \frac{1}{768,69} = 0,00130, \text{ közönséges hőmérsék alatt pedig}$$

$$\text{körülbelül } \frac{a-b}{c-b} = \frac{1}{800} = 0,00125; \text{ azaz a közönséges lég nyolcz-}$$

százszor ritkább a víznél. — Meglevén határozva a lég' tömötsége, fajsulya is könnyen föltalálható; mert *Stampfer* után tudjuk, hogy 1 köblábnyi tiszta víz legnagyobb sűrűségi állapotában 3° R. alatt 432977 szemert, vagy közelítőleg 56,4 fontot nyom; tehát 1 köb-

$$\text{lábnyi köz. lég' sulya (fajsulya) leend } = \frac{432977}{768,69} = 564 \text{ szemer.}$$

*Jegyzék.* A köz. lég' tömötségének előadott meghatározási módja azon légnemű testekre, mellyek a víz által elnyeletnek, nem alkalmazható, de magára a köz. légre nézve sem hiány-nélküli; mert a víz mindig tartalmaz magában ha mást nem, legalább is a körleghől elnyelt levegőt, mellyet a gömbalakú edény ritkított léggel telt üregében elbocsátván, annak tömegét valamennyire öregbíti, és a keresett tömötséget kelleténél nagyobbra rugtatja. Ennek okáért a légnemű testek' tömötségének pontos meghatározására alkalmasabb a *Brisson* által ajánlott mód, melly e következő:

1) Egy a kémlendő léggel vagy gázzal telt jókora nagyságú és szűk-szájú üvegedénynek sulya egy érzékeny mérlegen legnagyobb pontossággal megmértetik. legyen  $= a$ .

2) Annyi vízmennyiség, melly a már megmért üvegedényt fölöslegesen betölteni képes, egy más nagyobb edényben szintén pontosan megmértetik, legyen a föltalált sulya  $= b$ .

3) Ezen vízből megtöltetik az 1) alatt megmért üvegedény, de olly

figyelemmel, hogy belőle semmi el ne szóródjék, és azután ismét jól megmértetik, legyen a sulya =  $c$ .

4) A fönmaradt víz, edényével együtt, hasonlóan megmértetik, és sulya =  $d$ .

Ha már most  $b$ -ből kihuzatik  $d$  suly, léssen az 1) alatt megmért edénynek üregét betöltő víz' sulya  $b-d$ . Ha pedig ezen vizsuly kihuzatik  $c$ -ből, leend a légüres üvegedény' sulya  $c-(b-d)=c-b+d$ .

Vége ha ezen suly  $a$ -ból kivonatik, előáll az üvegedényben foglalt lég' vagy gáz' sulya  $a-(c-b+d)=a-c+b-d$ .

Meglevén ekkép ugyanazon térfogat alatti viznek és légnemű testnek általános sulya, leend ezen utolsónak a vízhez mért tömötsége =  $\frac{a-c+b-d}{b-d}$ .

Megjegyzendő azonban, hogy a gázok és gőzök' tömötségét nem a víz tömötségéhez szokás mérni, hanem a köz. légehez, melly egynek vétetik. A következő táblában némelly légneműeknek tömötsége mind a vízre, mind a köz. légre nézve látható.

Nevezetesebb légnemű testek' tömötsége, 3° R hőmérsék, és 28 hüvelyknyi higanyoszlopnak megfelelő nyomás alatt.

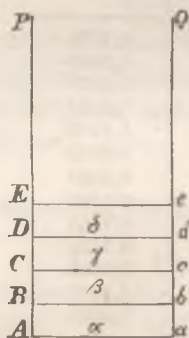
N e v e k.	Víz' tömötsége = 1	Köz. lég' tömötsége = 1.
Éleny.....	0,00143	1,1030
Halvány.....	0,00321	2,4700
Kénecssav.....	0,00292	2,2470
Könhalvagsav.....	0,00162	1,2474
Könkénegsav.....	0,00155	1,1912
Közönséges lég.....	0,00130	1,0000
Könszénecs ..	0,00039	0,3000
Könszéneg.....	0,00085	0,5596
Légeny.....	0,00127	0,9784
Légeny.....	0,00126	0,9760
Szénélecs.....	0,00124	0,9569
Szénélegsav.....	0,00198	1,5240
Vízgőz 80° R. alatt.....	0,0000895	0,0688

511) Minthogy a lég, mint rugalmassággal bíró terjedékeny test, mindenfelé kiterjeszkedni törekszik, az imént bebizonyított nehézségénél fogva pedig folytonosan a föld középpontja felé vonatik, következik: hogy földgömbünket körülvennie, és az ugynevezett légkört képeznie kell, mellyben egyensulyi állapot csak ugy lehetséges, ha a légrészecskéknak rugalmassági és nehézségi erejük egymás' hatását teljesen megsemmisítik. Ennélfogva a légkörnek legfelső rétege, ugy szólván színe ott létezik, hol a légrészecskék egymás ellen gyakorlott feszerjük önsúlyuknál semmivel sem nagyobb. Ott tehát a lég' sűrűsége, melly a feszerővel mindig

egyenes arányban vagyon (498), fölötte kicsiny, s még a legélénkebb képzeletet is fölülmulja. Ellenben az alantabb légrétegek' sűrűsége annál inkább növekszik, minél közelebb esnek azok a föld' színéhez; mert ezeknek, miként a fölöttük létező tömegnek súlyát fentartassák, nagyobb feszerővel, tehát nagyobb sűrűséggel is birniok kell. Ezen okoskodást a tapasztalás is igazolja. Ugyanis, ha egy lappadtan felfújt, s jól bekötött hólyag, vagy levegőt tartalmazó csappal bezárt edény magos hegyre vitetik, a hólyag már ütközben mindinkább duzzadozni fog; az oda fönn kinyitott edényből pedig jelentékeny légmennyiség irámlik ki. Ellenben a magos hegytetőn egészen felfújt hólyag onnét lehozatván ránczossá válik, és a bezártan lehozott edénybe levegő nyomul be, ha a csapja kinyíttatik.

512) Tudván, hogy a légkör' alantabb rétegei a felsőbbeknél sűrűbbek, elméletileg azon törvényt is meghatározhatni, mely szerint a föntebbi rétegek' sűrűsége fogy. Képzeljünk e végett  $AP$  és  $aQ$  (296. rajz), határok közé foglalt légoszlopot, mely a

296. rajz.



föld' felületétől, egész a légkör' felső határáig terjedvén, egyenlő  $AB, BC, CD, DE \dots$  részekre úgy vagyon felosztva, hogy minden egyes az  $Aa$  és  $Bb, Bb$  és  $Cc, Cc$  és  $Dd$  fekkmentes sikok közti réteg egyenletes sűrűségűnek tekintelhessék. Továbbá jelentsék az egyes rétegek' sűrűségét a beléjük irt  $\alpha, \beta, \gamma, \delta \dots$  betűk, a mindegyik réteg' alsó lapjára ható nyomást, vagyis a fölötte létező lég' súlyát pedig az oda irt  $a, b, c, d \dots$  betűk. Leend az alsó réteg sulya  $a-b$ ; a másodiké  $b-c$ ; a harmadiké  $c-d$ , és így tovább. Ezeknek előrebocsátása után a rétegek' sűrűségeiknek egymásközti viszonyát kétféleképen lehet kifejezni. Először azon szabály nyomán, mely szerint az egyenlő térfogatú testek' sűrűségcik egyenes viszonyban állanak általános sulyaikkal (31. IV), lesz:

$$\alpha : \beta = a - b : b - c.$$

*Mariotte*-nek ama szabálya nyomán pedig, mely szerint az összenyomott légek' sűrűségeik a reájuk ható nyomásokkal egyenesen aránylanak (498), áll:

$$\alpha : \beta = b : c.$$

Ezen két arányból a következő származik :

$$a-b : b-c = b : c ; \text{ vagy}$$

$$a-b : b = b-c : c ; \text{ avagy}$$

$$a-b+b : b = b-c+c : c ; \text{ honnét}$$

$$a : b = b : c.$$

Hasonlólag megmutathatni, hogy

$$b : c = c : d = d : e,$$

melly arányokból a következő mértani sorozat kivezethető :

$$a, b, c, d, e, \dots$$

azaz : *a számtani sorozatban egymásra következő légrétegek' sűrűsége mértani sorozat szerint fogy.*

*Jegyzék.* Ámbár a mértani sorozat végnélkül folytatható, abból mind-azáltal következtetni nem lehet, hogy a légkörnek sűrűsége is fölfelé végnélkül kisebbedik, s ennélfogva a légkörnek határa seholsem létezik ; mert annak azon magasságban, hol a légrésezecskéknek egymásra gyakorlott taszító erejükkal már az egyes légrésezecskék' sulya is egyensúlyban vagyon, szükségképen léteznie kell ; ezen magosságot azonban meghatározni mindeddig senkinek sem sikerült. Tapasztalás után tudjuk, hogy nem egészen 1 mértföldnyi magossággban a lég felényi sűrűségű, mint a tenger' színe fölött ; tehát az imént kifejtett törvény nyomán 2, 3, 4 mértföldnyi magossággban leend illetőleg 4-szer, 8-szor, 16-szor, 10 mértföldnyiben pedig 1024-szer ritkább. Minthogy ezen ritkaságú lég' nyomásának  $\frac{1}{3}$  vonalnyi magos higanyoszlop felel meg, látható, hogy hozzá hasonlót a legjobb légszivattyúk által sem lehet eszközteni. Ebből ugy látszik, hogy 10 mértföldnél sokkal magosabbra a légkör' határát nem igen tehetni ; mert 20 mértföldnyi magossággban ismét 1024-szer volna ritkább, mint vala 10 mértföldnyiben, és 1048576-szor ritkább, mint a tenger' színe fölött. Ellenben ha a földgyomrába 10 mértföldnyire leható aknát képzelünk, annak fenekén 1024-szer sűrűbb volna a lég, mint a tenger színén, és így a viz' sűrűségét  $\frac{1}{3}$  részzel fölülhaladná, ha csak előbb, mintsem ezen sűrűséget elérné, folyadékká nem változnék.

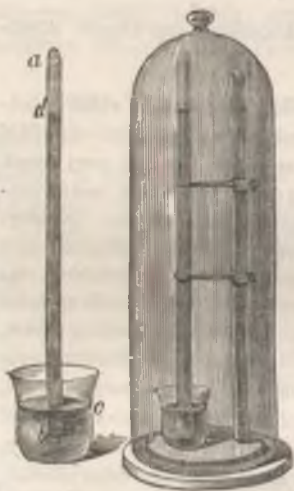
513) A légköri levegő sulyánál fogva nemcsak tulajdon részeire, hanem a benne létező egyéb testekre is nyomást gyakorol, melly tapasztalás szerint nem mindenkor, sem mindenhol egyenlő. Ennekokáért előbb a föld' színén létező testekre ható légnyomás által okozott tünetényeket, azután pedig a légnyomás' változékonyságát különös czikkekbek tárgyalandjuk.



## I. Czikk.

### A légköri nyomásról.

514) Hogy a légkör' felsőbb rétegei nemcsak az alattuk létező légrétegekre, hanem egyéb testekre is nyomást gyakorolnak, következő kísérlet által lehet bebizonyítani. Egy legalább is 30'' hosszú, és 2—3''' tág *ab* üvegcső (297. rajz), melynek *a* vége vagy beforrasztva, vagy csappal ellátva vagyon, higanynyal megtöltetik, azután ujjal jól bezárt *b* nyi-



lása *c* edényben foglalt higanyba mártatik. Ha most ezen csőnek *b* nyílásáról az ujj elmozdítottatik, a közösülő csők' elmélete nyomán (430) a higanynak *ab* csőben addig le kellene szállni, míg felszíne a *c* edényben létező higany' felületével meg nem egyez; azonban tapasztalás szerint csak *d*-ig száll le, úgy, hogy a csőben függve maradt higanyoszlop' magossága körülbelül 28 hüvelknyi, vagy 336 vonalnyi. Ezen tűneménynek egyéb helyes okát adni nem lehet, mint azt, hogy a csőben függve maradt higanyoszlop *d*-nél semmi levegővel érintkezésben nem

lévén, a *c* edény' higanyára nehezkedő légkör' nyomása által tartatik fönn; mert ha *ab* csőnek felső vége fölnyittatik, a higany azonnal a fölebb idézett hignyugtani törvénynek megfelelő magosságra leszáll; mi szintén megtörténik, ha *ab* cső *c* edénnyel együtt légszivattyú burája alá helyezettván (298. rajz), abból a higanynyal érintkező lég lehetőleg kihuzatik.

I. Jegyzék. Az imént leirt kísérletet legelőször (1643) *Toricelli*, a híres *Galilaei* tanítványa tette, s azért *ab* cső *Toricelli csőjének*, a benne támadott *ad* tér pedig, melyben semmi lég nem létezik, *Toricelli ürének* neveztetik, a *Guericke-féle* ürtölti megkülönböztetés végett, melly tökéletesen légüres sohasem lehet (494). A *Toricelli-féle* kísérletben higany helyett vizet is használni; de akkor *ab* csőnek körülbelöl 34 lábnyi hosszúnak kell lenni, mert a égnyomás által annyiszor 28'' magas vizoszlopnak kell függve tartatni, a

mennyiszer nagyobb a higany' fajsulya a viz' fajsulyánál ; mivel pedig a higany' fajsulya = 13,6, léssen a légnyomás által fönntartandó vizoszlop' magossága =  $28 \cdot 13,6$ , azaz közel 32 lábnyi ; miként ez *Hausen* és *Sturm* által Lipcsében legelőször véghez vitt kísérletben is bebizonyult.

*II. Jegyzék.* Abban, hogy a légnyomás 28 hüvelyknyi higany, és 32 lábnyi vizoszlopot fönntartani képes, a következők tünények lelik értelmezésüket :

*a)* Ha a higanynyal megtöltött *Toricelli-féle* cső' ürege szük, abban a nélkül is, hogy a megfordítása után nyílt vége higanyba mártatnék, 27—28'' magosságnyi higanyoszlop függve marad ; ha pedig belőle rázintás által egy higanyrész kihullani kényszerítetik, akkor a bennmaradott higanyoszlop a csőnek egész felső végeig fölemelkedik ; mert magosságából valamit vesztvén a légnyomással többé egyensúlyt nem tarthat. Ugyanezen oknálfogva szájszájú, és vízzel telt edényekből ki nem foly a viz, ha szájjal lefelé fordíttatnak is. Sőt a tágabb szájú edényekben is függve marad a folyadék, ha a helyét elfoglalni törekvő légnek utja bármi módon elzáratik. Így a légfogó burában vagy palaczkban foglalt viz le nem száll, míg nyílásának párkánya a légvederben létező viz' színe alatt tartatik ; és a légfejlesztési folyamat alatt is csak a bele vezetett lég' térfogatával egyenlő térfogatú viz száll le belőle. Egy szájjával lefelé fordított üvegpohárból sem folyik ki a viz, ha nyílása a megfordítás előtt papírral ügyesen befödetik ; mivel a viz' helyébe nyomulandó légnek útját állja a papír.

*b)* A mondottaknál fogva, bármely folyadék az edénynek, ámbár lefelé fordított szüknyílásán csak akkor folyhat ki szakadéktalanul, ha ugyanazon edénybe valamely fölebb létező másik nyíláson a lég gátolatlanul bemehet, különben a folyadék' kifolyása vagy meg nem történik, vagy közben megszakad. Így a boros hordó' csapján nem foly vígan a bor, sőt foly ni is megszűnik, ha a hordó' szája ki nem nyitvatik. Ide tartoznak *Mariotte palaczkja*-, *bűvös tölcser*-, *bűvös öntözö*- és *időszaki kutban* tapasztalható tünények is.

*Mariotte palaczkja* nem egyéb mint egy közönséges palaczk (299. rajz), 299. rajz.



fenekétől nem messze *a* oldalnyílással, szájdugaszán pedig légzárólag keresztülmenő, *s* mind a két végén nyílt *bc* csővel ellátva. Ha ezen palaczkba, miután *mn*-ig vízzel megtöltetett, *bc* cső olly mélyen tolatik, hogy *c* vége *a* nyílásnál alantabb legyen, ezen csak addig fog kifoly ni kevés mennyiségű viz, míg színe *bc* csőben az *a* nyílással egy fekkentes síkban fekvő *d* pontig le nem száll ; mert ekkor mind az *a* nyílásra, mind *bc* csőben létező viz' felületére ható légnyomások egyenlők lévén, mind egymásközt, mind az *a* nyílás fölött függő víztömeggel, és *e* térben foglalt lég' rugékonyságával egyensúlyban vannak, és így *bc* csőn a palaczkba semmi lég be nem vonulhat. — Ha *bc* cső annyira fölhuzatik, hogy *c* vége *a* nyílással, egy fe-

mentes síkba jöjjön, *bc* csőben semmi víz nem leend ugyan, *a* nyíláson mind-  
azáltal a víz még sem folyhat ki; mert az imént említett egyensúlyt eszközölő  
körülmények ezen esetben is ugyanazok maradnak. — De ha végre ugy föl-  
huzatik, hogy *c* vége *a* nyílásnál magosabban, például *o*-nál legyen, már  
ekkor a víznek *a* nyíláson kifolynia kell; mert *a* nyílásra kívülről működő  
légnyomás, az ellene szabadon nehezülő *do* magosságnyi vizoszlop miatt a  
cső üregén átható légnyomással többé egyensúlyt nem tarthat; azonban mind-  
addig, míg a víz' színe *o*-ig le nem száll, a kifolyási sebesség egyenletes  
marad, azután pedig folytonosan kisebbedik.

**Büvös tölcser** (300. rajz) két különböző tágulatú, és egymással akkép  
összefoglalt tölcserékből áll, hogy oldalaik között üres tér maradjon, melly  
300. rajz.



a külléggel fölül a fogantyú közelébe eső *a*, alól  
pedig a beloldalán létező *b* kis nyílások által köz-  
lekedik. Megtöltetvén a belső tölcser vízzel, ez,  
ha a nevezett nyílások szabadon hagyatvák, a  
két tölcser közti üres térbe is benyomul, és abban,  
ha *a* nyílás ujjal befödetik, azután is függve  
marad, miután a belső tölcserbeni víz *c* csőn már  
kibocsáttatott; de mihelyest *s* meddig *a* nyílásról az  
ujj elmozdítatik, azonnal és addig folyni fog,  
míg egészen ki nem ürül.

**Büvös öntöző** (301. rajz) egy edény, mellynek seneke apró lyukakkal  
vagyon ellátva. Ha ezen edény' száját ujjunkkal befödjük, 301. rajz.  
a benne létező víz az említett apró lyukakon ki nem folyik;  
ellenben azonnal folyni kezd, mihelyt a száj bezárása meg-  
szüntetik.



**Időszaki kut** (302. rajz) áll *A* edényből, mellynek  
jókorá tágulatú szája sárgaréz foglalatba van ragasztva.  
Ezen foglalat fenekéből köröskörül vékony *m*, *n* csők állanak  
ki, közepén pedig egy tág, *s* mind a két végén nyílt sárga-

302. rajz.



réz cső megy keresztül, mellynek felső vége csak-  
nem az edény' tetőjeig ér, alsó vége pedig a *B*  
edény' tányér-alakú födelének közepéből kiálló  
rövid csőre vagyon tolva, és *p* kis nyílással el-  
látva, hogy általa a küllég *A* edény' üregébe me-  
hessen. Végre *p* nyílástól nem messze a tányéron *o*  
nyílás vagyon, mellyen a víz *B* edény' üregébe  
lefolyhat. Ha *A* edény vízzel megtöltetvén, *B*  
edénnyel az imént leirt módon összkapcsoltatik,  
*m* és *n* csőkön a víz azonnal folyni kezd, de fo-  
lyását csak addig folytathatja, míg *p* nyíláson a  
lég *A* edénybe bemehet; a mihelyt tehát a tá-  
nyérra kifolyó víz *p* nyílást ellepi, a kifolyás  
azonnal eláll; azonban ezen víz *o* nyíláson *B*  
edénybe leszivárogván, *p* nyílás ismét fölnyilik, és

véghez vitt léghajózás, melyben *Gay Lussac* Chimborasso hegy' csucsánál 333 párisi öllel magosbra emelkedett. Hogy a léggolyók mindekkoráig komoly czélokra nem használtathattak, ennek főoka azon körülményben rejlik, hogy fektentes iránybani kormányozhatásuk egészen hatalmunkon kívül van, s leend is mindaddig, míg a léggolyókat a gőzhajók' módjára önmozoghatási tehetséggel ellátni nem sikerül.

519) Mivel a levegőbe merült test fölfelé a kinyomott levegő' sulyához egyenlő erővel késztetik (516), szükségképen minden test sulyából annyit veszít, a mennyi a térfogata alatt létezendő levegő' sulya. E szerint 1 köblábnyi test 564 szemernyit, 14 köblábnyi test pedig valamivel 1 fontnál többet veszít sulyából. Ezen sulyvesztés közönségesen ugyan nem igen, de a következő kísérlet által szembetűnőleg észrevehető. Egy kicsiny, könnyű, és igen érzékeny mérleg' egyik karjára (320. rajz) fölakasztatik egy

320. rajz.



vékonyra fujt és bezárt 2—3 hüvelyk átmérőjű *a* üveggömb, és a másik karra alkalmazott ólom, vagy mi jobb, érengy *b* sulylyal egyensulyba hozatik; azután az egész készület a légszivattyú' burája alá akasztván, abban a levegő megritkíttatik. Minek megtörténtével *a* gömb annál inkább lejjebb száll, *b* suly pedig fölemelkedik, minél magosabb fokra hágott a légritkítás; ha pedig a lég bura alá vissza eresztetik,

az előbbi egyensuly ismét helyreáll. Ebből világos: hogy *a* gömb lesúlyedését a lég' távolléte okozá, a légüres térben tehát azon test, mellynek térfogata nagyobb, nehezebbé lesz, mint a másik kisebb térfogatú, melly a légben vele egyensulyt tartott; és hogy *a* test a légüres térben nyert tulsulyt a léggel telt térben ismét elveszti. Ha *a* és *b* testek egyenlő térfogatuak volnának, mind a suly' növekedésében a lég' megritkításakor, mind a sulyvesztésben a lég' visszabocsátásakor egyenlően részesülnének; ennél fogva a mérlegi sulyegyen nem változnék.

*I. Jegyzék.* Az imént leirt eszköz' foltalálója *Guericke Otto*, ki azt nagyobb mértékben elkészíttetvén a légkör' sűrűsége változásának kikémlelésére használá, és légsürmérő (*Desymeter*, vagy *Manometer*) névvel elelé meg.

*II. Jegyzék.* Minthogy minden test a levegőben sulyából annyit veszít, mennyit nyom a térfogata alatt létezendő lég, következik: hogy mérlegen



csak azon testek' sulya határozathatik meg valódiilag, mellyek a mérésre használandó mértéksúlyukkal egyenlő sűrűséggel birnak; különben pedig a mérés annál hiányosabb, minél nagyobb a megméréndő test, és mértéksúly' sűrűsége közti különbség. Így 1 fontnyi vas mértéksúlylyal mérlegen egyensúlyba hozott toll vagy parafa tömege valódiilag több egy fontnál; mert kisebb sűrűségük, vagy mi egyre megy; nagyobb térfogatuk miatt sulyukból a légben többet veszítenek, mint az egyenlő tömegű, de kisebb térfogatú vas; ellenben 1 fontnyi vas-mértéksúlylyal egyensúlyzó arany valódiilag 1 fontnál kisebb; mert kisebb térfogata miatt a légben sulyából kevesebbet veszít mint a vas. Mindazonáltal a közéletben előforduló esetekben a lég által okozott sulyvesztés csekélyebb, mintsem komoly figyelmet érdemelne; így mivel a közönséges lég a víznél közel 800-szor ritkább, a víz, vagy más a víztől nem igen különböző sűrűségű test, a légben egész sulyának csak  $\frac{1}{800}$ -nyi részét veszíti el.

## II. Czikk.

### A lég kör i nyomás' változásairól.

520) Alig ismételtetett *Toricelli* kísérlete néhány természetvizsgálók által, már is föltalálva lön, hogy a csöbeni higanyoszlop' magossága ugyanazon helyen nem minden időben egyenlő, hanem majd száll, majd emelkedik. Minthogy pedig a *Toricelli* csövében függő higanyoszlop' magossága a légnyomás' mekkoraságát méri (512), világos, miként a légnyomás is változásokat szenved. Ezek körül teendő vizsgálódások végett a Toricelli-cső mellé, többnyire párisi ujjakra és vonalokra osztott lépték szokott alkalmaztatni; maga pedig a cső akkép módosíttatni, hogy egyik helyről a másikra könnyen hordozható, és a benne foglalt higanyoszlop' magossága kellő szabatossággal megmérhető legyen. Az ekkép elkészített Toricelli-cső *légsulymérőnek*; a benne létező, és az említett lépték részeiben kifejezett higanyoszlop' magossága *légsulymérő' állásának* mondatik. Több légsulymérői állások között pedig, mellyek ugyanazon helyen, de különböző időkben tett vizsgálódások' alkalmával találtattak, a számtanilag közép nagyságú azon helynek megfelelő *légsulymérői közép állás* nevét viseli.

521) A légsulymérők, ámbár idővel nagyon különböző módosításokon mentek keresztül, kétneműekre, t. i. *edény-* és *csőlégsulymérőkre* osztályozhatók. Az edény-légsulymérő legegyszerűbbikét 321-dik rajz láttatja. A henger-alakú a üvegedény higanyt

mint a hegy' alyján, az utazó szokatlanul elfárad, minduntalan nyugodni kényszerítetik, s egyéniségéhez képest hányásra is erőltetik, fülében szurást érez s ha figyelmez, észreveheti, hogy időről időre apró légbuborékok fejlenek ki belőle, a seb jobban vérzik, s nehezebben gyógyul. Nem kevesbé kellemtelen érzések állanak elő, ha testünkre a szokottnál nagyobb légnyomás hat, például a 64 lábánál mélyebbre bocsátott buvárharang alatt. Ebből értelmezhetni a testünknek megsérült részeiben mindannyiszor előálló fájdalmakat, valahányszor az idő' változásával a légnyomás is változik.

517) A légnek minden iránybani nyomásán különféle eszközök alapulnak, mellyek a közéletben előforduló gyakori vagy fontos használatuk miatt nevezeteseek. Illyen:

a) A *kézi fecskendő*. Ez egy hengeralakú *a* csőből (304. rajz)

304. rajz.



áll, mellynek ürege *b* dugattyút tartalmaz, *c*-nél pedig szűk nyílásba végződik. Ha ezen nyílás vízbe mártatván, a dugattyú *d* fogantyú által fölhuzatik, az alatta származandó légüres térbe a kül-légnyomás alatti víz azonnal benyomul,

melly azulán a dugattyú' sebes lenyomása által kifecskendeztetik.

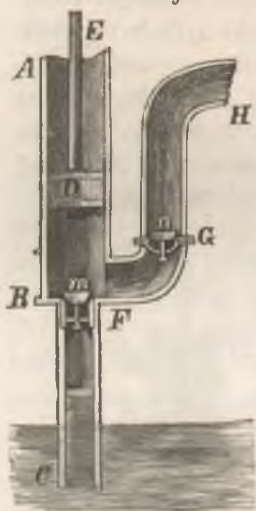
305. rajz.

b) *Emelő szivattyú*, vagyis a közhasználatú *szívó kut*. Áll az egy legfőlebb 28 lábnyi hosszú *AB* (305. rajz) szívócsőből, mellynek alsó vége az emelendő vízbe ér, felső vége pedig fölfelé nyíló *m* szeleppel van ellátva. Ezen csővel összeköttetésben van *CD* henger-alakú cső, mellynek alsó része köpü gyanánt szolgál, azon magosságban pedig, mellyre a víz fölemelendő, *E* oldalsővel bir. A köpüben fölfelé nyíló *n* szeleppel ellátott dugattyú *F* rud által föl s alá mozgatható. Ennek fölhuzásával a köpüben légüres tér támad, minek következtében a szívó-csőbeni lég' egy része *m* szelepet fölemelvén a köpübe árad; de ez által a szívó-csőben megritított lég a kül viz' felületére ható légköri nyomással többé egyensúlyt nem tarthatván, az *AB* csőbe bizonyos magosságig fölemel-



kedik. Ha azután a dugattyú lenyomatik, a köpűben foglalt lég önsúlyánál fogva zárkozó  $m$  szelepen  $AB$  csőbe vissza nem mehetvén  $n$  szelepet nyitja föl, és azon a szabadba elillan. A dugattyú' ismételt fölemelésével  $AB$  csőben a víz mindig magosabbra emelkedik, míg végre  $m$  szelepen a köpűbe is benyomul. Ha ennek megtörténte után a dugattyú az alatta létező vízre lenyomatik, ez  $n$  szelepet fölnyitván a dugattyú fölötti tért foglalandja el, s abban a dugattyú' többszöri fölemelésével mindig magosabbra száll, míg az oldalcsőn ki nem folyik. A dugattyú' könnyebb mozgathatása végett, különféle eszközök szoktak alkalmaztatni.

c) *Nyomó szivattyú*, lényeges részei a következők:  $AB$  306. rajz. (306. rajz) egy henger-alakú köpű, mely-

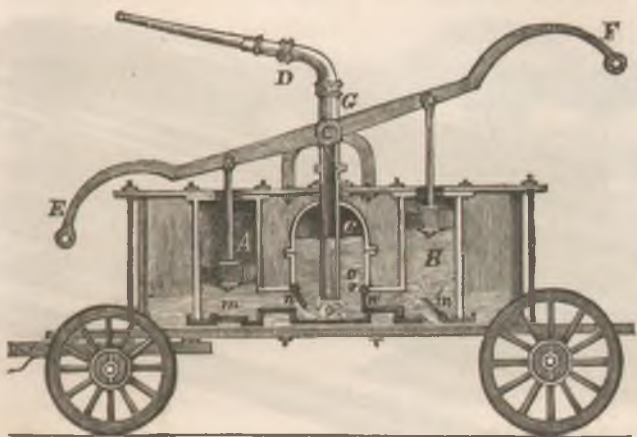


ben  $D$  dugattyú  $E$  rud által föl s alá mozgatható. Ezen köpű össze van kötve  $BC$  szívó-csővel, mely közönségesen ugyan rövid, mindazáltal a körülményekhez képest oly hosszú is lehet, mint az emelő szivattyúknál szokott használtatni. A köpű oldalából  $FGH$  vízvezető cső veszi eredetét, és azon magosságig ér, a hová a víz fölemelendő. Mind a köpűnek, mind a vezető csőnek alsó részében illetőleg  $m$  és  $n$  fölfelé nyíló szelepek léteznek. Ha a dugattyú' egy, vagy többszöri fölhúzása által a köpű vízzel megtelt, az a dugattyú' lenyomása-kor  $m$  szelepen vissza nem mehetvén a vezető csőbe szorítatik, s abban  $n$  szelepet

fölnyitván bizonyos magosságig hág, míg a dugattyú' ismételt lenyomásai után a kitüzött helyen ki nem folyik.

d) *Tűzi fecskendő*, két nyomó szivattyúból, és egy széltartóból, vagyis *Heron* lapdájából összetett eszköz (307. rajz),  $A$  és  $B$  köpűk  $C$  széltartóval, ugynevezett torokcsők által összekapcsolva lévén, vizet tartalmazó edény' fenekéhez erősen vannak foglalva. Minthogy mindegyik köpű' fenekén  $m$  és  $m'$  befelé, torokcsőjében pedig a széltartó felé nyíló  $n$  és  $n'$  szelepek léteznek; valahányszor egyik vagy másik dugattyú fölhúztatik, annak köpűje mindannyiszor vízzel telik meg, mely a dugattyú' lenyomásával  $n$  szelentyűt maga előtt fölnyitván, a széltartóba szorítatik, és a benne foglalt levegőt

kisebb térfogatba összenyomulni kényszeríti. A széltartóban ekkép összeszorított lég a viz' felületére telemes nyomást gyakorolván,  
307. rajz.



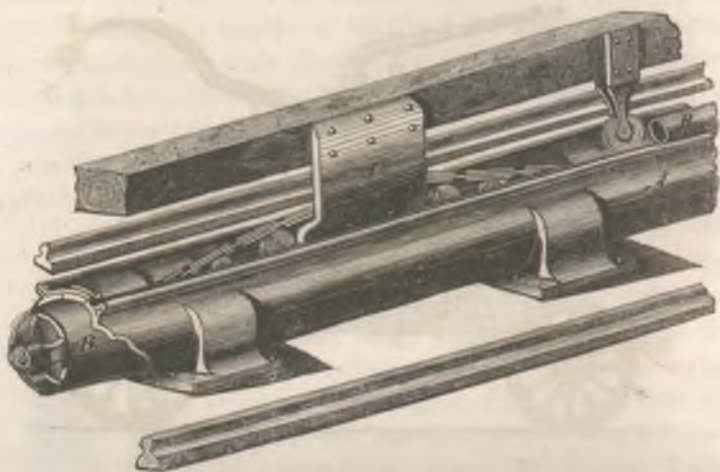
azt csaknem a fenekig érő, s mindenfelé mozgékony *D* csőn, vagy a széltartó *o* oldalnyílásához csavarral foglalt, és a másik végén szájesővel ellátott bőr- vagy kender-tömlőn nagy sebességgel kilöveli. A dugattyúk könnyebb mozgathatása végett, rudjaik *EF* emeltyüvel, mellynek támaszpontja *G*, úgy vannak összekötve, hogy midőn egyik a köpüben lemegy, a másik akkor fölemelkedjék.

*e) Léggöri vasut*, mellyen a kocsisor nem a gőz' feszerejétől hajtott mozdony, hanem a léggöri nyomás' eszélyes alkalmazása által hozatik kellő sebességű mozgásba. Ez *Elegg* és *Samuda* által *Wormwood-Scrubs* nevű helyen, London közelében, 1840-dik év' elején hozatott létre; lényege a következőkben áll: A közönséges vasút' módjára készült pályának hosszmentében a sínvonalak között megerősítve fekszik 6—8 lábnyi hosszú, üres henger-darabokból összeállított, 9 ujjnyi átmérőjű *A* hajtó-cső (Treibröhre), mellyet látszólagosan 308-dik rajz, függélyes hosszmetsetben pedig 309-dik rajz ábrázol. Ennek üregében *B* dugattyú, miután előtte, álló-gőzerőmű' segítségével működésben tartott légszivattyú által a lég kellően megritkittatott, a hátulról reá ható körlég' nyomása miatt sebes mozgásba jő, s a vele összekapcsolt kocsisort is tovább szállítja. Ezen dugattyúnak a csőn kívül létező kocsiikkali össze-



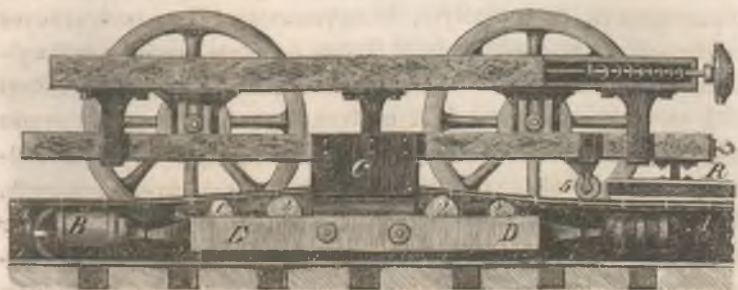
kötése a föltalálók' eszélyességét leginkább igénybe vette; mert annak ugy kelle eszközölnie, hogy ámbár magának az összekötő

308. rajz.



résznek az egész cső' hosszában szabad nyílás engedletnék, a cső mégis az összekötési hely előtt, légzárólag csukva maradjon, utána pedig ismét bezáródjék. Ezen nehéz föladat' megfejtése végett *A* hajtócső' felső része egész végig nyílással vagyon ellátva, melly széles bőrszalaggal vagyon befödve. Ennek egyik széle a cső' nyílásának egyik párkányához állandóan szorítva levén, mind alsó mind felső lapja izenként alkalmazott vastag vaslemezekkel a végett van beborítva, hogy a küllég' nyomása miatt a cső üregébe be ne horpadjon. Az alsó lemezek ugy idomítvák, hogy a hajtó-cső' hasítékát betöltvén, annak üres hengerforma alakját kiegészítsék; a felsők pedig a nyílásnál valamivel szélesebbek, miként általuk a bőrszalag' innenső széle a cső' párkányára szabályosan nyomattassék. Hogy *B* dugattyú (309. rajz) a kocikkal összeköttethessék, maga után mintegy farkat képző *DD* vasrudat huz, melly elegendő erős, és kellően görbített *C* vaskar által az első, vagyis az ugynevezett Conducteur kocsi' tengelyei alatt létező ruddal van összefoglalva, a mint ezt 309. és 310. rajzokban láthatni, mellyek' elsőbbike a hajtó-cső' függélyes hosszmetsetét, másodika pedig függélyes kereszt-

metszetét tünteti elő. Miként az első kocsi és dugattyú közti összekapcsolást eszközölő *C* kar a hajtó-cső' hosszában utját gátolatlanul  
309. rajz.



310. rajz.



megtehesse, és a küllég a dugattyú' hátlapjára nyomását gyakorolhassa, a fönnebb leirt szalagforma szelep' egyik széle kevással a *C* kar előtt fölemeltetik, utána pedig ismét leeresztetik a nélkül, hogy a dugattyú előtti térbe a küllégnek bemehetési alkalom adatnék. A szalagforma szelepnak ezen ideiglenes fölnyitása igen egyszerűen a *DD* rud' két oldalára erősített *ee* sínek között 1, 2, 3, 4 (309. rajz)

számokkal jegyzett forgó csigák által eszközöltetik; minthogy ezek közül az első és utolsó a két középsőnél kisebb átmérőjű, látnivaló, hogy az 1 és 2 csiga a szelep' szélének fölemelésére, a 3 és 4 csiga pedig annak előbbi helyére halkali lebocsátására szolgálnak. Hogy az így lebocsátott szalag-szelep a cső' nyílását légzárólag befördje, egy rajta végig futó 5 számmal jegyzett csiga által nyílása' párkányára erősen le, a kiálló bőr' széle pedig a nyílás' párkányának mentében létező, és viaszszal elegyített faggyúval megtöltött *r* csatornácskába benyomatik. Minthogy ezen viaszfaggyú-ragasz közönséges hőmérsék alatt szilárd állapotban van, a cső' nyílásának biztosan eszközözlendő légzárólagos befördése végett, 5 jelű csiga

után egy körülbelül öt lábnyi hosszú és izzó szénnel telt *R* rézcső  
 vagyon alkalmazva, mellynek akkép kidomborított alsó része, hogy  
 az *r* csatornácskába bele illjék, a viaszfaggyú-ragaszt megolvaszt-  
 ván, a bőrszalag' szélét a cső' nyílásának párkányával légzárólag  
 összeragasztja. Ezen eszélyes, de egyszersmind igen szövényes  
 szerkezetű szalag-szelep helyett *Halette* javaslata szerint a cső' nyi-  
 lásának két párkányára hajlékony és légzáró anyagból készített  
 csők volnának alkalmazandók, mellyek léggel fölfuvtván egymás  
 elleni nyomulásukkal a cső' nyílását légzárólag épen úgy bezárand-  
 nák, mint az ajkak' egymásra szorításával a száj' ürege bezáratik.  
 Az illyféle záró-cső a dugattyút és első kocsit összekötő *C* kar  
 körül sekmentes síkban forgó csigák által választathatnának el egy-  
 mástól. Ezen javaslat azonban mindekkoráig még teljesedésbe nem  
 ment. Van az imént leírt légköri vasútnak még egy másik eddig  
 nem említett része is, melly által a hajtócső' nyílását bezáró szalag-  
 szelep az eső, hó, és por ellen folytonosan befödve tartatik; ennek  
 mint nem lényeges részének leírását azonban rövidség okáért mel-  
 lőzván, a bővebb értesítés végett, *Encyclopaedische Zeitschrift des*  
*Gewerbewesens von Prof. Dr. Hessler* című folyóirat 1843-dik  
 évi 23-dik füzetének 895—906 lapjára utalunk.

f) *Egyenes szívó-cső* (lopótök), ez nem egyéb, mint egy mind  
 311. rajz. a két végén nyílt, és közepénél főlebb alkalmas



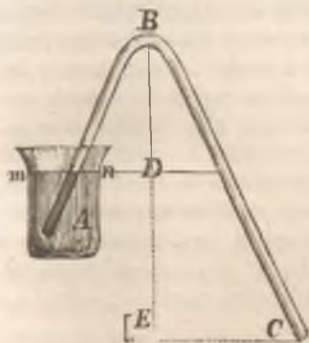
edényre tágtult *ab* cső (311. rajz). Ha ezen cső-  
 ben létező légnak egy részét, miután *b* vége  
 valamely folyadékba mártatott, *a*-ra alkalmazott  
 szájjal magunkba szíjjuk, abban a folyadéknak  
 addig kell emelkednie, míg a szívás által meg-  
 ritkített lég' rugékonysága a benne fölemelkedett  
 folyadék-oszlop' nyomásával egyesülve, a küllég'  
 nyomásával egyensúlyba nem lép. Hasonló tü-  
 neményt ivás közben is tapasztalunk; akkor t. i.  
 miután ajkainkat a folyadékba mártottuk, mell-  
 üregünk' tágítása által szánk' üregében a lég  
 megritkittatik, s ennél fogva a küllég' nyomása  
 miatt a folyadék szánkba benyomul; így nyomatik

a dohányzó' szájába pipázás közben a dohány' füstje is; sőt maga a  
 lég is lélekzés közben.

g) *Görbe szívó-cső* alatt egy, mind a két végén nyílt, és



akként meghajtott *ABC* (312. rajz) cső értetik, hogy két egyenetlen hosszúságú szárt képezzen. Ha ezen cső azon folyadékkal, melybe a rövidebb szára mártatott, szívás által megtöltetik, az a magára hagyott hosszabbik szárán mindaddig folyand ki, míg a rövidebb szár' nyílása az edényben foglalt folyadék' *mn* színe alatt létezik. Hogy ezen szembetűnő tűneménynek oka a lég' nyomásában rejlik, már abból is látható, hogy ha egy szűknyílású görbe szívó- cső, mellyen higany folyik ki, a légszi-



vattyú' burája alá helyeztetik, a higany' kifolyása azonnal megszűnend, mihelyt a lég' kellően megritkított. Ugyanazt két szájú palaczk' segítségével is bebizonyíthatni; mert annak egyik szájába a parafa- dugaszon keresztül légzárólag illesztett *abc* (313. rajz)

313. rajz.

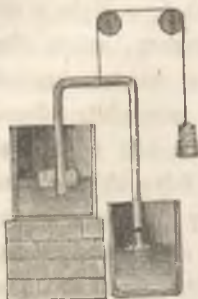


görbe szívó-csőn a palaczkban tartalmazott folyadék csak addig folyik ki, míg a palaczk' másik szája nyitva van; ha pedig az *d* parafa-dugaszszal bezáratik, a kifolyás azonnal eláll. A légnyomás' működése, melly által a görbe szívó-cső' rövidebb szárába a víz folytonosan fölemeltetik, a következő: Tudniillik a cső' nyílásaira fölfelé gyakorlott légnyomások 32 lábnyi magos vizoszloppal egyensúlyt tartani képesek ugyan, de ezen nyomásoknak a cső' száraiban létező, és 32 lábnál mindenesetre kisebb magosságú vizoszlopok' higtani nyomásaik szegülnek ellen; tehát ezen ellenkező nyomásoknak eredménye a rövidebb szárban  $E = 32 - BD$  (312. rajz), és  $e = 32 - BE$  a hosszabbikban; mint-hogy pedig  $BD < BE$  lesz  $E > e$ ; ennél fogva *AB* rövidebb szár' nyílására ható légnyomás nagyobb a *BC* hosszabbik szár' nyílására gyakorlottnál; tehát abban a víznek, vagy egyéb folyadéknak föl-, emebben pedig lefelé folynia kell.

I. Jegyzék. A görbe szívócsőt bor s egyéb folyadékok' lefejtésére,



tavaknak töltés átvágása nélkül lecsapolására igen czélszerűen lehet használni,  
314. rajz.



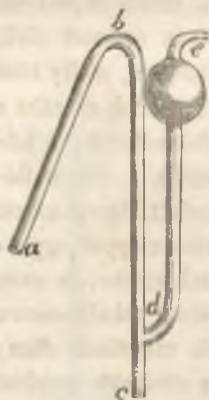
de csak azon kikerülhetlen föltétel alatt, hogy rövidebb szárának függélyes magossága (ez csak a folyadék' színétől számítandó) kisebb legyen annál, melyre az illető folyadék a légnyomás által fölemelhető. A görbe szívócsőn kifolyó viz' sebessége a két szárban foglalt vízoszlopok' magosságának különzékétől függvén folytonosan kisebbedik; lehet mindazáltal a görbe szívócsőn kifolyó vízben egyenletes sebességet is eszközölni, ha az egész cső egy uszó, és egy másik ellensúlyzó test' segítségével úgy tartatik, hogy a szárakbaní vízoszlopok' magosságának különzéke folyás közben változatlan maradjon, miként ezt

a 314-dik rajzban láthatni.

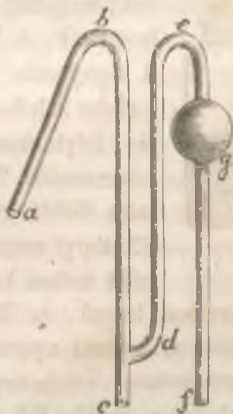
**II. Jegyzék.** A görbe szívócsőnek többféle módosításából különféle nevezetű készülétek veszik eredetüket, melyek részint komoly czélokr, részint csak mulattatásra használatnak. Illyenek:

a) *A méreg szívócső* (315. rajz), mely az eddig szóban levőtől csak abban különbözik, hogy hosszabbik szárának alsó részével közösülő *de* oldalcső vagyon hozzá forrasztva. Ez az *abc* görbe csőnek olly folyadékkal kényelmes megtöltésére szolgál, melynek a szájjal érintkezése ártalmas lehetne. Tudniillik *ab* szárával a lehuzandó folyadékba merítelvén, *c*-nél vagy pusztá,

315. rajz.



316. rajz.



vagy ruggyántával borított ujjal bezáratik, s aztán *e*-nél a szívás megtételvén, egész *abc* cső a mondott folyadékkal megtelik, mely a kinyitott *c* nyíláson kifolyását a már értelmzett oknál fogva folytatandja. — Ha a folyadék ártalmas gőzöket bocsát ki, például a füstölő légsav, sósav, stb., az illyennek szívócsőn történendő lehuzása végett Neumann Agoston a 316-dik rajzban látható

módosítást ajánlja. E szerint a tulajdonképi *abc* szívó-csőnek alsó végével *def* közlekedő, és *e*-hez közel *g* golyóvá kitáguló cső vagyon forrasztva. Használatkor fölfordítatván *f* nyíláson *g* golyó vízzel töltetik meg, azután *c* és *f* nyílások két ujjal betartatván visszafordítatik, és miután *ab* szára a lehuzandó folyadékba helyeztetett volna, *f* nyíláson *g* golyóból a víz kieresztetik; ez által az egész készülék' belüregében a lég megritkulván, a folyadék' *abc* csőbe

nyomul; minek megtörténte után, *c* nyíláson kibocsáttatván, folytonosan foly.

*b) Testvéri egység szívócsője.* All ez *a* szájcsővel (317. rajz) ellátott gömbalakú *b* edényből, melyből *c*, *d*, *e*, szárcsövek veszik eredetüket. Ha ezek, miután *b* gömb vízzel tele szivatott, ugyanannyi, de nem egyenlő magosságyira vizet tartalmazó poharakba állíttatnak, kevés idő múlva a víz' magossága mind-egyikében egyenlő leend.

317. rajz.

318. rajz.



*c) Tantalus-pohár (Diabetes Heronis)*, mely ha tele töltetik, minthogy benne egy görbe szívócső észrevehetlenül, például a kettős oldalai közé, vagy fogantyújába (318. rajz) alkalmazva vagyon, a folyadékot magában meg nem tarthatja; mert az *a* nyíláson az *abc* görbe szívóba bemehetvén, annak hosszabbik szárán *c* nyílásnál vagy a szabadba, vagy a pohár' feneke alatt létező rejtek üregbe megy át.

*d) Kircher kutja* (319. rajz). Ez lényegére nézve nem egyéb, mint egy görbe szívócső, melynek *ab* és *de* szárai *c* edény által közlekednek. Ha *c* edény bizonyos magosságra vízzel megtöltetik, s azután megfordíttatván *ab* csője vizet tartalmazó edénybe máttatik, *de* száron a *c* edénybeni víz lefolyni, *ab* szár' szűkre összehuzott *b* nyílásán pedig ugró-kut gyanánt föllövelltetni fog; mert a *de* száron kifolyó víz miatt *c* edényben a lég érezhetőleg megritkulván, *ab* cső által az alsó vízre a küllégnél kisebb nyomást gyakorol; tehát annak a *c* edény' üregébe fölnyomatnia kell.

31. rajz.



518) Valamint a hígtestről bebizonyított (432), úgy a légről is áll, hogy a bele merült testre minden irányban gyakorlott nyomásainak eredménye egy függélyes irányban fölfelé ható nyomás, mely a test által helyéből kiszorított lég' súlyához egyenlő. Ennek következtében a helyéből kiszorított légnél nagyobb súlyú test a légben lefelé esik, vele egyenlő súlyú a légben lebegve marad, a kisebb súlyú pedig fölemelkedik. Első esetre vonatkozó példák' száma tömérdek; ellenben a másodikra illő példát nehéz találni; mert ámbár a por, köd, füst, felhők a légben lebegni látszanak, ez mindazáltal nem azon okból történik, mintha a nevezett

testek a léggel egyenlő fajsúlyúak volnának, hanem csak azért, mivel parányi részecskéik' sulya a lég' ellenállását hamarjában legyőzni nem képes. A harmadik esetre mindennapi például szolgál a meleg által megritkult légnek fölszállása, mely a vele elegyedett füst (finom szén-részecskék) miatt látható, valamint a könenynyel felfújt szappanbuborékok, és az ugynevezett léggolyók' fölemelkedése is. Ha a légkör' tömötsége egyenletes volna, a nevezett testek egész a szélső határáig fölemelkednének, és ott nem különben, mint ha a vizen, a légkör' színén usznának; de mivel a légkör' tömötsége fölfelé folytonosan kisebb, csak azon magosságra vergődhetnek föl, a melyben fajsúlyuk az általuk kiszorított légnek fajsúlyával egyenlő.

*I. Jegyzék.* A léggolyó kétféle, t. i. *Mongolfier* és *Charles*-féle. Az előbbi *Mongolfier* testvérek és papirgyárosok találák föl. Abból t. i. miszerint a felhők a levegőben fönbegnek, a füst fölmege, gyanítván, hogy ha a fölfelé törekvő füst valamely könnyű borítékba fölfogatnék, magával a borítékot is fölviendné, egy 35' átmérőjű, tojásdad alakú borítékot papírral bevont vászonzól készitettek, mely, miután belüregében a lég meggyújtott szalma és papir tüze által megritkítatott, Annonayban 1783-dik évi június 5-dikén a bámuló sokaság' csodálkozására 400 font terhelménynyel 1000' magosságra fölment. Erre *Charles* akkoron Párisban természettan' tanára *Cavallo* és *Lichtenberg* által 1782-dikben tett azon kísérlet nyomán, melyben a könenynyel fölfújt szappanbuborékok légbe fölszálltak, hajlékony fűszálzal bevont tafotából 12 lábnyi átmérőjű golyót készített, és azt vas, és vízzel elegyített kénsav által kifejlett könenynyel megtöltvén, Mars mezején a fönebb említett évi augusztus 27-dikén föleresztette; mi által a *Charles*-féle léggolyó' föltalálójává lön. Ezen kétféle léggolyók közül a *Mongolfier*-féle kevesebb költségbe kerül, és napnyugot után föleresztetvén szép látványul szolgál; de mivel könnyen tűzveszedelmet okozhat, föleresztése több tartományokban elvagyont tiltva. *Charles*-féle léggolyók, ámbátor eddig komoly czélokra kevés sikerrel használtattak, nagyobb figyelmet érdemlenek.

Hogy a léggolyó' fölemelkedhetéséről, s arra megkívántató nagyságáról alapos itéletet hozzassunk, figyelmeznünk kell: 1) a golyó által helyéből kinyomandó közönséges lég' sulyára; 2) a léggolyó' üregét kitöltő ritkított lég' vagy köneny' sulyára; 3) a golyó' borítékának sulyára. E végett jelentse lábokban a golyó' átmérőjét  $d$ ; egy köblábnyi körlég' sulyát  $a$ ; a könenyét  $b$ ; a léggolyó' borítékára használandó anyagból egy négyszög lábnyi darabnak sulyát  $q$ . Minthogy a mértani szabályok szerint a gömb' térfogata  $= \frac{\pi d^3}{6}$ ,  $\pi$  a ludolphi számot jelentvén, leend a léggolyó által helyéből kinyomott köz. lég' sulya  $= \frac{\pi d^3}{6} a$ ; a léggolyó' üregét kitöltő köneny' sulya pedig  $= \frac{\pi d^3}{6} b$ . Továbbá mivel a gömb' felülete  $= \pi d^2$ , lészzen a léggolyó' borítékának sulya  $= \pi d^2 q$ .

Mivel a léggolyó mind borítékának, mind az üregében foglalt könnynek súlyával lefelé, a helyéből kiszorított köz. lég' súlyával pedig fölfelé készítetik (518); leszen a golyó' fölemelkedését eszközölő  $e$  erő az említett súlyok különzkéhez egyenlő, vagyis leend:

$$e = \frac{\pi d^3}{6} a - \left( \frac{\pi d^3}{6} b + \pi d^2 q \right)$$

Ha  $\frac{\pi d^3}{6} a < \left( \frac{\pi d^3}{6} b + \pi d^2 q \right)$ , akkor  $e$ -nek az értéke nemleges, s a golyó a légben leszáll; ha  $\frac{\pi d^3}{6} a > \left( \frac{\pi d^3}{6} b + \pi d^2 q \right)$ , akkor  $e$ -nek az értéke igenleges; tehát a golyó ezen értékű erővel fölemelkedni fog; ha pedig  $\frac{\pi d^3}{6} a = \frac{\pi d^3}{6} b + \pi d^2 q$ ,  $e$ -nek értéke leend  $= 0$ , s ezen esetben a golyó sem föl sem le nem száll, hanem csak lebeg.

Az imént nyert egyenlethől azt is meg lehet határozni, milly nagynak kell a léggolyó' átmérőjének lenni, hogy bizonyos súlyt, például maga tulajdon súlyát fölemelje; mert a fűnebbi egyenlet' mindegyik tagját  $\pi d^2$ -vel elosztván, leend:

$$\frac{da}{6} = \frac{db}{6} + q; \text{ vagy}$$

$$\frac{d}{6} (a-b) = q; \text{ honnét}$$

$$d = \frac{6q}{a-b}$$

E szerint, ha a léggolyó' készítésére használandó hártyának 1 négyszög lábnyi darab súly  $= 30$  szemer; 1 köbláb köz. lég' súly  $a = 564$  szemer; 1 köbláb könnynek, a minő a léggolyók' föleresztésére készítetteti szokott, súly legfűlebb 9-szer kisebb ugyanazon térfogatú köz. lég' súlyánál, tehát  $b = 63$  szemer, leend:

$$d = \frac{6 \cdot 30}{564 - 63} = \frac{180}{501} = 0,3592 \text{ láb} = 4,31 \text{ ujj.}$$

A fölvett tulajdonú hártyából készülendő léggolyó tehát a levegőben lebegne, ha 4,31 ujjnyi átmérőjű volna; de mivel a léggolyónak kelléke, hogy föl-emelkedjék, azonfölül mivel a számításban tekintetbe nem vétettek az össze-ragasztási helyek, valamint a golyó' szájcsoje sem, ennélfogva, hogy föl-emelkedését alaposan föltenni lehessen, legalább is 6 ujjnyi átmérőjűnek kell lenni. Ha ugyanezen hártyából *Mongolfier*-féle léggolyó volna készülendő: annak, föltéve, hogy benne a lég melegítés által előbbi sűrűségének  $\frac{1}{2}$ -ad részével megritkíttatnék, háromszor nagyobb átmérőjűnek kellene lenni.

**II. Jegyzék.** A léggolyók' gyakorlati használatára, és történeti te-  
kintetre nézve megjegyzendő, hogy a *Charles*-félék, főkép ha velük a golyó  
alá függesztett kosárban emberek is emelkednek föl, könnyen nyel egészen nem  
töltenek meg, hogy a légkör' felsőbb és ritkább rétegeiben szétterjeszkedő  
könny által okozandó szétrepedésük elháríttassék, nagyobb ovatosság ked-



veért fölülről jókora nyílású szeleppel is elláttatnak, melyet a léghajós egy zsineg által nyit ki, ha golyóját kelletténél jobban folduzzadni látja. A nagy léggolyónak megtöltése több hordókban fejlesztett köneny által szokott történni, de mivel ezen mód többnyire késedelmes, legujabban *Green* Londonban a köszénből készült, és világítás végett roppant légtartókban fölfogott köszénecset használ, s annak a könenynél nagyobb sűrűségéből eredendő hiányát a léggolyó átmérőjének nagyobbításával pótolja. — A léghajós, miszerint golyójának emelkedése, vagy szállása valamennyire hatalmában legyen, magával elegendő mennyiségű homok terhelményt visz föl, melynek kihányása által vagy a sebes leszállást gátolja, vagy a magosbrai emelkedést eszközli, ha golyója alkalmatlan vagy veszedelmes helyre, például vízbe szállandna le. *Mongolfier*-féle léggolyók' emelkedése, és szállása terhelményeken kívül a tűz illesztése vagy mérséklése által eszközöltetik. Némelly léghajósok előre nem látható esetek tekintetéből körülbelül 25 lábnyi átmérőjű esernyővel is ellátják magokat, melynek segédelmével a legnagyobb magosságokból sérülés nélkül leereszkedhetnek.

Melly nagy csudálkozást, mekkora reményeket gerjeszte a léggolyók' föltalálása, már csak abból is gondolhatni, hogy föltalálásuk utáni két év lefolyta alatt 35 léghajózás 58 egyén által vitetett végbe. Első, ki e merész lépésre vállalkozott, *Pilatre de Rozier* vala, ki *Marquis d'Arlandes* társaságában 74' hosszú, és 48' széles *Mongolfier*-féle golyóval (1783, 21. Nov.) szerencsésen fölemelkedett. Utána *Charles* öntalálmányú 26' átmérőjű golyóval *Robert* társával (1783, 1. Dec.) szintén szerencsésen. Erre *Pilatre de Rozier* egyik *Mongolfier*, és más 6 személy társaságában egy nagyszerű léghajózást véghezviendő, 126' hosszú, és 102 széles *Mongolfier*-féle golyóval (1784. 7. Jan.) szállott föl, s ámbár golyója 500 ölnyi magosságban repedést kapott, mégis sérületlenül leszállania sikerült. Későbbben a kijavított óriás nagyságú golyójával *Versailles*ből szerencsésben emelkedett föl, de midőn *Romain* társával *Blanchardot*, ki az alatt könenyvel töltött golyóval *Francia*ihonból *Angol*honba általröpült, junius 15-dikén utánozná, léggolyója körülbelül 200 ölnyi magosságban meggyuladván, társával együtt leesett, és borzasztóan összezuzódott. *Blanchard* vállalkozásiban szerencsésebb léven, miután *Angol*honban több helyeken magát csudáltatta volna, *Dover*ből *Calais*ba ismét átszállott (1785, 7. jan.) s azután szűnos fölemelkedéseivel *Némethon'* lakosait mulattatá. Többi közt nevezetesek még *Crosbie*-nek (1784, 19. jul.) *Dublin*ből, és *Gróf Zambecari*-nak *Grasetti* társaságában *Bologná*ból (1803, 22. aug.) tett léghajózatukban előfordult viszontagságaik \*). Ezek, és más mindeddig véghez vitt léghajókázások csak a vállalkozók' nyereszskéde, és a bámuló tömeg' mulattatása tárgyau szolgálta a nélkül, hogy jelentékeny tudományos hasznot hajtottak volna; e tekintetben némi kivételt érdemel *Biot* és *Gay Lussac* (1804, 24. aug.), és később (16. sept.) csak *Gay Lussac* által a legnagyobb ügyességgel és biztossággal, csupán tudományos vizsgálatok végett,

\*) *Gehler's Phys. Wörterbuch* I. kötet, 219 és 230. lap.

*Marbach's Phys. Lexicon* II. kötet 339. lap; és III. kötet. 419. lap.

rajta a lég *A* edénybe mehetvén, a vízfolyás ujonan megindul, és így tovább, míg *A* edény ki nem ürül. Minthogy a víz' kifolyásának említett félbeszakasztása bizonyos időszakokban történik, azért a tárgyalt eszköz is *időszaki kutnak* nevezetetik.

515) A *Toricelli-féle* kísérlet nyomán a légkör' nyomásának általános nagyságát is meghatározhatni. Mert midőn a légnyomás *Toricelli* csőjében 28'' magosságú higany-, vagy 32' magosságú vizoszlopot függve tart, akkor azon higany- vagy vizoszlop' ellennyomásával egyensúlyban vagyon; ennél fogva *a lég által bármely területre gyakorlott nyomás egyenlő 28 hüvelyknyi magos higany-, vagy 32 lábnyi magos víz-oszlop' súlyához, mellynek alapja a nyomott terület.*

*Jegyzék.* E szerint, visszaemlékezvén, hogy a víznek 1 köbláb alatti sulya = 56,4  $\mathfrak{H}$ , léssen 1 négyszög lábnyi térre gyakorlott légnyomás  $32 \cdot 56,4 = 1804 \mathfrak{H}$ . Az emberi test' felületére, ha azt 10 négyszög lábnyira tesszük, lesz 18040  $\mathfrak{H}$ , vagyis 180 mázsa. Egy négyszög ölre, mellyben 36 négyszög láb vagyon, leend 649 mázsa. Egy négyszög mértföldre 288 milliom mázsa. Az egész föld' területére ható légnyomás, vagyis a légkör' egész tömegének sulya teend 2677 billiom mázsát.

516) Hogy ezen tetemes légnyomás alatt létező testek helyből ki nem mozdíttatnak, azon körülménynek kell tulajdonítanunk, melly szerint a lég, részecskéinek gördülékenysége- vagyis folyékonyságánál fogva, nyomását minden irányban gyakorolja. E szerint minden egyes test, a felületére ható oldalnyomások egymást tökéletesen megsemmítvén, úgy tekintethetik, mintha semmi oldalnyomásnak nem volna kitéve. A függélyesen le, és fölfelé ható légnyomások ugyan egymást teljesen meg nem semmisítik, de ezek különbözéke a testek' súlyához képest többnyire sokkal kisebb, hogysen őket helyből megindíthatná. Hogy pedig ezen tetemes légnyomás a még olly finom alkotásu testeket is, például egy szappanbuborékot, vagy állatokat nemcsak össze nem nyom, hanem rájuk nézve, mint tulajdon testünkben tapasztaljuk, a nyomás még nem is érezhető, onnét van; mert ezen testeknek szilárd, vagy híg-részecskéi közé benyomult lég, rugékonyságánál fogva, a kívülről ható légnyomást egyensúlyban tartja. — Ha azonban a testek' felületének egyik vagy másik részére ható légnyomás bármi módon megkisebbitetik, ugyanazon testnek egyéb részeire működő légnyomás azonnal észrevehetővé válik, és szembeszökő tüneteményeket idéz elő. Így:

a) Ha egy üres kulcsból a levegőt kiszívjuk, az a kívülről reá működő légnyomás által az ajkunkhoz tapad.

b) Ha a légszivattyú' tányérjára helyezett bura alatt a lég meg-ritkíttatik, az a tányérhoz annál nagyobb erővel tapad, minél nagyobb az alatta létre hozott légritkítás.

c) Ha a *Guericke Otto* által föltalált, *magdeburgi a* és *b* 303. rajz. (303. rajz) *félgömbök* egyenesre esiszolt



párcányaikkal egymásra légzárólag helyezettvén *c* csap által a légszivattyú' tányérjának közép nyílásába csavartatnak, és a közöttük létező üregben a lég kellően megritkíttatik, egymástól csak tetemes erő által választathatnak el. Ezen kísérletet *Guericke* 1654-ben Regensburgban III. Ferdinand császár előtt két lábnyi átmérőjű félgömbökkel tévén, azoknak szétválasztását több mint harmincz ló' erőlködése által eszközölheté.

d) Ha a légszivattyú' tányérjára helyezett 3 ujjnyi átmérőjű üres henger' felső nyílása egy lapos üvegtáblával, vagy erősen reá feszített hólyaggal beboríttatik, a lég' kellő megritkítása után az üvegtábla eltörik, a hólyag-boríték pedig erős pukkanással szét-szakad. Ha a hólyag helyett ruggyánta-lemez alkalmaztatik, az a henger' üregébe egészen benyomatik.

e) Egy üveg-henger' üregébe jól beragasztott fadugattyú' likacsain a fölébe töltött higany finom eső-alakban általnyomul, ha alatta légszivattyú' használatával a lég megritkíttatik.

f) A légnyomásnak tulajdonítandó, hogy több hígtestek mint olyanok léteznek, és gőzalakban a légkörben szét nem oszolnak. Így például a kénégeny, langyos víz, a légszivattyú' burája alatt forrásba jő, tehát gőzzé változik, ha a reájuk ható légnyomás az eszközlött ritkítás által nagyobb részint eltávolíttatik. A savanyú-vizek, és egyéb pezsgő italok csak légnyomás alatt lehetségesek, mert annak megszüntetésével szénsavukat azonnal kibocsátják magokból.

*Jegyzék.* Közönséges körülményekben, mellyekben testünk kiképződött, a légnyomás általunk nem érezhető ugyan, de ha abban jelentékeny változás történik, testünkben is különféle kellemetlen változások tűnnek föl. Így az igen magas hegyeken, hol a testre ható küllég-nyomás már jóval is kisebb,



tartalmaz, és fából, csontból, vagy vasból készült  $b$  födéllel vagy  
 321. rajz. bezárva. Ezen födél' közepéből kiálló  $d$  hüvelybe állandóan ragasztva vagyon  $c$  cső, úgy hogy az alsó vége a készülék' bármely helyzetében is mindig a higany' színe alatt maradjon. Egy elegendő vastagságú, és kellően kiszárított  $B$  deszka mind az edénynek, mind a csőnek biztos tartójául szolgál;  $a$  edény t. i. ezen deszkán vágott hézakba csaknem félig beeresztve lévén,  $c$  cső 1 és 2 számokkal jelelt nyaklók által vele mozdulatlanul van összekapcsolva;  $c$  cső mentében 3 és 4 számú horonyok közt  $e$  korong segítségével föl s alá mozdítható sárgaréz  $m$  lépték vagyon, melynek felső része  $n$  paránymérővel (11. Jegyz.  $d$ ) ellátva lévén, alsó része  $i$  vaskupba végződik; ennek tompa csúcsa  $s$  a lépték felosztásában kezdő pontul szolgál. — Ezen készülék által a légnyomással egyensúlyt tartó higanyoszlop' magossága következendőleg méretik meg. Miután alkalmas helyre  $r$  karikánál fogva függélyes állásba fölakasztatott volna,  $m$  lépték  $e$  korong által mindaddig tolatik le, míg  $s$  csúcsa a higany' felszínét meg nem érinti, ekkor  $n$  paránymérő (322. rajz) úgy állítatik, hogy legfelső, és  $a$ -val jegyzett ro-



322. rajz.



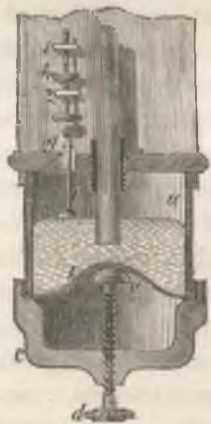
vata, mely mintegy mutató gyanánt szolgál, a  $b$  csőbeni higany' domború felületének legfelsőbb pontjával nagyjából egyenlő magosságban legyen; azután  $n$  paránymérő, a vele összekapcsolt  $m$  szoríttúnak  $s$  csavar által a lépték' léczéhez szorításával, nagyobb mozgások fölvételére alkalmatlanná tétetvén,  $c$  csavar által eszközölt finom mozdulattal úgy állítatik, hogy kezdő rovatának képzeletbeni folytatása a domború higany-felület' legfelső pontját érintse. Ezen működés biztos eszközlése végett a paránymérővel  $o$  nézge szokott összekötve lenni, mely különféle szerkezetű



lehet ugyan, de legczélszerűbb, ha a félkör-görbületű *o* lemezkének alsó párkányára egyenközüen kifeszített, és fekkentes síkban fekvő, a rajzban 1 és 2 számokkal jelelt, finom huzalokból áll, mellyeknek iránya a parányimérő' kezdő rovatával összeesik. Használatkor *n* parányimérő *c* csavar által mindaddig le vagy fölmozdítottatik, míg a nézge elejbe helyzett szem ezen két huzalt a higany' ormával összeesni nem látandja; minek megtörténte után a higanyoszlop' magossága, figyelvén a parányimérőről 11-dik szám alatt mondottakra, leolvasható. Használat után *m* lépték (321. rajz) *e* korong által olly mélyre hajtván le, hogy annak kup-alakú *i* vége *a* edény' födelén látható nyílást kellően bedugja, a légsulymérő halkan félrehajtatik, míg t. i. csője higanynyal egészen meg nem telt, azután pedig felfordítottván, hogy edénye fölül legyen, sérülés nélkül bárhová elvitethetik.

522) A jelenleg használtatni szokott edény-légsulymérőben a lépték mozdulatlan, ellenben az edénybeni higany' felülete mindaddig föl és leszállítható, míg a lépték' kezdő pontjához nem ér. Illy légsulymérőben a higanyt tartalmazó *a* edény (323. rajz) több-

323. rajz.



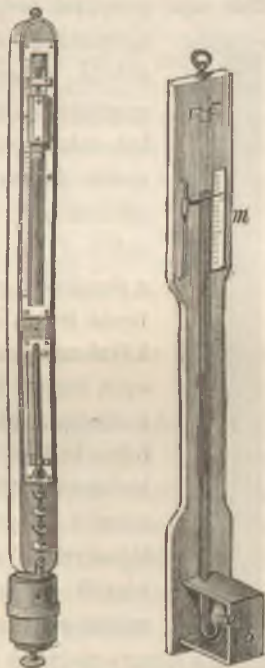
nyíre fából készült és henger-alakú, mellynek feneke a párkányára enyvezett *b* szarvasbőrből áll; ugyanezen edény' alsó részére csavarva vagyon *c* fafödél, mellynek közepén *d* csavar megy keresztül; ez a végére illesztett síma és gömbölyű *e* gombjával a bőrfenek' közepére ötlík, s mint önként látható, arra szolgál, miszerint általa a bőrfölötti higany' felülete kellő magosságba hozathassék. Miként tudathassék, mennyire kelljen a bőrfeneket fölemelni, vagy leeresztetni, hogy a higany' felülete a lépték' kezdő pontjára essék, a higanyon egy csont-táblácska uszik, mellynek közepéből függélyesen álló, és az edény' födelébe illesztett üvegcső' üregében könnyen mozogható *f* hengerke megy ki.

Ezen hengerke azon helyen, a meddig leszállania kell, hogy a higany' felülete a lépték' kezdő pontjával összeessék, vörös vagy fekete karczolatlalt vagyon megjegyvezve. Minekelőtte ezen légsulymérőn a higanyoszlop' magossága megmérétnék, a figyelem

leginkább ezen megjegyzett csont-hengerkére fordítandó. Ha ennek karcolata az egyenesre köszörült  $g$  üvegcső' párkányán fölül áll, jelül szolgál, hogy  $d$  sróf által a higany' felülete mindaddig leszál-  
lítandó, míg az említett karcolat a cső' végének egyenesre köszö-  
rült lapjával össze nem esik; ellenkező esetben pedig a higany'  
felülete ugyanazon  $d$  sróf által fölemelendő. A mérés, és a parány-  
mérővelí bánás ebben is úgy vitetik véghez, mint az előbbi szám  
alatt leirt légsulymérőben; minek megtörténte után az 1 és 2 számú  
támaszokban forgó  $h$  csavar lecsavartatik, hogy az alsó gombjával  $g$   
cső'nyílását higanyzárólag befődjé, azután az egész légsulymérő halkan  
felfordítatván, baj nélkül tovább vi- 324. rajz. 325. rajz.

tethetik. — Ezen légsulymérőben, miként a 324-dik rajzban láthatni, a csőt tartó deszka a higanyt foglaló edény' födelével vagyon összefoglalva, és nem szélesb, mint a cső mellé szegezett lépték' lemezekivánja. Ezen deszkán a légsulymérői lépték alatt hőmérő is látható, mely a végett szolgál, hogy a sulymérő' higanyának nézés alatti hőmérsékét mutassa, mire mint alább előforduland, a pontos mérésnél szintén figyelemmel kell lenni.

*Jegyzék.* A közéletben használtatni szokott légsulymérőnek formáját 325-dik rajz mutatja. Ebben a higanyt tartalmazó  $a$  edény körte-alakú, és a fölfelé hajtott cső-  
vel egy testet képez. Léptékeül néhány ujjnyi hosszú  $m$  lemez szolgál, mely vagy csak ujjakra, és vonalokra vagyon fel-  
osztva, vagy egyszersmind különböző, és az idő' változásaira vonatkozó fölira-  
tokkal ellátva. Ha ezen lépték bizonyos légnyomás alatt valamely jó lég-  
sulymérővel megegyezőleg alkalmaztatik reá: akkor azon légnyomásnak megfelelő higanyoszlop' magosságát épen úgy mutatja, mint bármelyik suly-  
mérő' léptéke, de a mondottnál nagyobb vagy kisebb légnyomásnak megfelelő  
higanyoszlop' magosságát pontosan nem mutathatja; mert az  $a$  edénybeni higany  
felülete nem állandó, mint föltételeztetik, hanem a csőbeni higany' leszállá-  
sakor fölemelkedik, és megfordítva. Igaz, hogy ezen hiány annál kevésbé  
érezhető, minél nagyobb az edény' átmérőjének négyzete a cső' átmérőjének



négyzetéhez képest, de azért teljesen meg nem szűnik. Ennek okáért ezen készüllet a szoros értelemben vett légsulymérő nevét meg nem érdemli, hanem jogszerűbben *időjárési üvegnek* (Wetterglas) neveztetetheték, a mennyire t. i. a benne létező higanyoszlopnak majd emelkedéséből, majd leszállásából az időjárési változásokat jósolni, vagy legalább gyanítani lehet. Az *a* edény körül látható *b* boríték, csak annak biztosítására, és a portóli megóvására szolgál.

523) A *cső-légsulymérő*, mely *De Luc*-félének is mondatik, áll egy akkép meghajtott üvegcsőből, hogy a görbe szívócső' formájára két egyenlőtlen, de egymáshoz egyenközű szárt képezzen (326. rajz). A hosszabbik szár végén beforrasztva van, a rövidebbik pedig nyílt, s a higanyt tartalmazó edényt pótolja. Ezen cső hi-

326. rajz. ganylyal megtöltetvén, biztos használat végett kellő hosszúságú, és szélességű deszkára nyaklók által erősítetik. Ebben a légnyomásnak megfelelő higanyoszlop' magosságát azon függélyes távolság jelenti, mely a két szárban *a* és *b* higany-felületek között létezik; ennek pontos megmérhetése végett a két szár közé alkalmazott, és mind a két higany-felületnél paránymérővel, és nézgével ellátott *m* lépték szolgál, mely a deszkával csak *o* pontban, hol a föl és lefelé számítandó lépteknek kezdő pontja létezik, vagyon a deszkával mozdulatlanul összekapcsolva. Mérés alkalmakor ezen légsulymérőnek is függélyes állásban kell lennie, s miután a paránymérők mind *a* mind *b* higanyfelületekre kellően igazítottak, *o*-tól mind föl, mind lefelé leolvasott lépték-részek összeadatván teszik a légnyomásnak megfelelő higanyoszlop' magosságát. Ezen légsulymérő' rövidebb szárában látható, és halcsontból készült *c* nyellel ellátott *d* dugattyú arra szolgál, hogy mérés elvégeztével, miután az eszköz' lassú félrehaj-

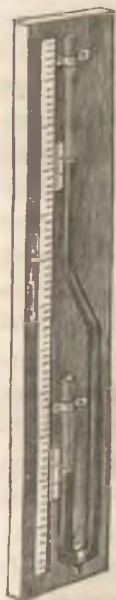
tásával a higany nagyobb részint a hosszabbik szárba átbocsáttatott, a rövidebb szárban maradott higany felületére letolatván, és *e* szorittyú által megerősítettvén, a higanyt mozdulatlan helyzetben elzárva tartsa, és a légsulymérőt sérülés nélkül hordozhatóvá tegye. Önként értetődik, hogy ezen dugattyú az átvitelekre nem szánt légsulymérőben fölösleges, valamint az is, hogy annak mérés alatt a csőből kihuzatnia kell.

*Jegyzék.* A csőlégsulymérő némellyek által úgy szokott készíttetni, hogy





vagy csőve, vagy léptéke mozgékony legyen, miként a higanyoszlop' magasságának megmérésekor a lépték' o pontja (melly ezen esetre a lépték' alsó végén vagyon) a rövidebb szárban levő higany felületével ugyanazon fektentes síkba illesztethessék; melly módosítás a közönséges használatra szánt légsúlymérőben kényelem tekintetéből ugyan nem rosszalható, azonban a légsúlymérővel teendő pontos méréseknél semmi esetre sem ajánlható. Nagyobb figyelmet érdemel a csörlégsúlymérőnél *Gay Lussac* által behozott módosítás, melly szerint a hosszabbik szár közepe táján, a mint 327-dik rajzban láthatni, úgy hajtatik meg, hogy annak felső része a rövidebb szárral ugyanazon irányban legyen. Ezen csekély változtatás által olly lépték' fölvételére lön alkalmas, mellynek paránymérői mind alol, mind fölül egyfelé fordítvák, azonfölül az ekkép eszközlött kisebb terjedtségénél fogva csekély szélességű fatokba is foglalható. Az így módosított csörlégsúlymérő mind kis sulya és terjedtsége tekintetéből, mind az alább említendő előnye miatt minden egyéb légsúlymérők között az elsőséget érdemli. — Tétettek még a légsúlymérőkön több más módosítások is, mellyek nagyobb részint oda irányozvák, hogy a légsúlymérő' változásait minél nagyobb mértékben észrevehetőkké tegyék; de mivel azok a légsúlymérő' főkellékének, t. i. a szabotosságnak rovására történtek, valódi javítás gyanánt nem tekinthetők. Illyenek például *Morland* ferde állású légsúlymérője, *Hook* körék légsúlymérője, *Huygen* kettős légsúlymérője s. a. t.



524. Bármelly nemű legyen is a légsúlymérő, az eddig említett tulajdonságokon kívül még kívántatik:

a) Hogy higanya nemcsak portól, vagy egyéb külső szennytől tiszta, hanem a benne könnyen fölolvadható fémektől is, például óntól, ólomtól, horganytól teljesen ment legyen; mert különben sem a megkívántató folyékonyssággal nem birand, sem a légnyomás' valódi nagyságát hiven nem mutathatja. A külső szennytől igen szűk nyílású papírtölcséren néhányszori átbocsátás, a benne netalán létező említett fémektől pedig reá öntött, és vele többször összerázott, vízzel hígított légsav által tisztíttathatik meg. Hogy a légsav által tisztított higany utoljára lepárolgott vízzel kimosandó és megszárítandó, magától értetődik. Bir-e a légsúlymérő' higanya kellő tisztsággal, azt a szép érczfényéről megítélhetni.

b) Hogy az ugynevezett Toricelli-ürben semmiféle lég, vagy gőz ne legyen; mert az rugonyosságánál fogva a légnyomásnak megfelelő higanyoszlop' magasságát kisebbitené. Ennélfogva igen czélszerű a légsúlymérő' higanyát a hozzá tapadó nedv- és légré-



szecskéktől, magában a csőben izzó szén fölött egész a forrásig folytatandó hevítés által megtisztítani, vagy mint mondani szokás, a légsúlymérőt *kifőzni*, és ezen kifőzést a már egyszer kifőzött légsúlymérőben időről időre ismételni. E műtétel nemcsekély ügyességet kíván, 's ha az egész cső' hosszában egyszerre történik, egy ideig folytatandó; ha pedig a csőnek bezárt végétől kezdve részenként eszközöltetik, többször ismétlendő, hogy ezáltal mind a higanytól elnyelve tartott, mind az üvegcső' felületére makacsul tapadt lég- és nedv-részecskék kihajtassanak; mert különben ezek lassanként a Toricelli-ürbe vonulván az említett hiányt okozandók volnának. — Legujabb tapasztalatok' nyomán a fáradságos kifőzés helyett javasoltatik, hogy az összeállítandó légsúlymérő' üvegcsőjőbe, miután az szorgosan megtisztított, kiszárittatott, és egyenletesen jól megmelegített volt, egy vékony, és a cső' beforrasztott végeig leérő, előbb szintén megmelegített üveg-tölcsér' segítségével a tiszta, és forrásig fölhevített higany öntessék be. Ezen egyszerű kezelés által nyert eredmény a legszorgosban véghez vitt kifőzéssel vetekedni mondatik. A légsúlymérő' tökéletes légüres-ségének jeleül azon éles hangú korgozás tekinthető, mellyet hallani, midőn a higany a ferde állásba hozott csőnek beforrasztott végével érintkezik.

525) A légsúlymérői higanyoszlop' magosságára a légnyomáson kívül más tényezők is, nevezet szerint a hőmérsék és hajcsővesség gyakorolják működésüket. Hogy ezen idegen befolyásoktól a higanyoszlop' magossága függetlenné tétethessék, mindegyiknek hatási nagysága kellő figyelembe veendő, és a szerint a megmért higanyoszlop' magossága kijavítandó lesz.

a) Ugyanazon légnyomás, de különböző hőmérsékek alatt a légsúlymérő' higanyoszlopa különböző magosságúnak tapasztaltatik; mert a magosabb hőmérsék okozta kiterjedés miatt ugyanazon légnyomással egyensúlyban levő higanyoszlop nagyobb magosságot nyer. Ezen tekintetben teendő igazítás végett  $O^0$  hőmérsék szabályszerű (normalis) gyanánt vétetvén, minden egyéb  $T$  hőmérsékű,  $B'$  magosságú higanyoszlopnál az kerestetik: mekkora leendne az, ha a higanyoszlop' hőmérséke nem  $T$ , hanem  $O^0$  volna. Erre könnyű a felelet, ha ismeretes azon hosszasági változás, mellyet bizonyos hosszaságú higanyoszlop szenved, midőn hév-

mérséke 1 fokkal emelkedik vagy száll. Minthogy *Dulong* és *Petit* pontos meghatározásaik szerint a higany  $1^{\circ}R$  hőmérséki emelkedésre az egész higanyoszlop  $B'$  hosszának  $\frac{1}{4440}$  részével kiterjed,

és a hőmérséknek  $1^{\circ}R$  foknyi alábbszáltával ugyanannyiad részével összehúzódik; világos: hogy a fagyponton fölüli hőmérsék' fokainak megfelelő kiterjedés a  $B'$  hosszúságú higanyoszlopból kivonandó, a fagyponton alóli fokokat illető összehúzódás pedig  $B'$ -hez hozzáadandó lesz. Ennélfogva  $B'$  higanyoszlopnak a fagypontra átvitt, vagyis kijavított magossága azon esetre, melyben  $T$  a hőmérsék'

igenleges fokait jelenti, leend  $B = B' - \frac{B'T}{4440} = B' \left( 1 - \frac{T}{4440} \right) = B' (1 - 0,000225T)$ ; ha pedig  $T$  a hőmérsék' nemleges fokait jelenti,  $B = B' (1 + 0,000225T)$ .

b) Ha a légsúlymérő edény-nélküli, s mind a két szára legalább az emelkedés és szállás tájain egyenlő átmérőjű, azt lehetne gondolni, hogy a bennök létező higanyfelületekre ellenkező irányú hajcsövességi működések egymást megsemmisítik; mi azonban szoros értelemben nem áll; mert a nyílt szárban higany' felülete a nedves szabadléggel érintkezésben lévén domborúbb, mint a másik szárban létező higanyé; és ennek következtében a csőlégsúlymérő higanyoszlopa valamieskével magosabb, mint azt a légnyomás kívánná; de a különbség igen csekély, s azért közönségesen tekintetbe sem vétetik. Nagyobb figyelmet érdemel a hajcsövesség' befolyása az edényes légsúlymérő' higanyoszlopára. Ennek csőjében t. i. ha átmérője 6 vonalnál kisebb, a higany' felülete jóval domborúbb, mint a vele közösülő edényben; s ennél fogva a benne függő higanyoszlop' magossága érezhetőleg kisebb, mint a mekkora hajcsövesség nélkül a légnyomást illetné. Ezen hiba legegyszerűbben úgy mellőztethetik, ha az edényes légsúlymérőben megmért, és a hőmérsékre nézve már kiigazított higanyoszlop' magosságához hozzá adatik a cső' átmérőjének megfelelő hajcsövességi lenyomulás. E célra a következő tábla használható, mely *La Place* képletei szerint *Bouvard* által kiszámítva mind a cső' átmérőjét, mind a bennük foglalt száraz higanynak hajcsövességi lenyomulását milliméterekben adja.

Cső' át- mérője	Lenyo- mulás	Cső' át- mérője	Lenyo- mulás	Cső' át- mérője	Lenyo- mulás	Cső' át- mérője	Lenyo- mulás
14,0	0,176	11,0	0,354	8,0	0,712	5,0	1,534
13,5	0,198	10,5	0,397	7,5	0,803	4,5	1,774
13,0	0,223	10,0	0,445	7,0	0,909	4,0	2,068
12,5	0,250	9,5	0,500	6,5	1,030	3,5	2,442
12,0	0,281	9,0	0,562	6,0	1,171	3,0	2,918
11,5	0,315	8,5	0,632	5,5	1,337	2,5	3,568
						2,0	4,454

Lásd : *Gehler's Physik. Wörterbuch B. I, Art. Barometer*, 759 lap.

*Handbuch der Physik, verfasst von Dr. J. F. Hessler*, 272 lap.

526) A légsúlymérő' állásának változásai, vagyis ingadozásai részint szabályosok, részint szabálytalanok, amazok napi és éviékre oszthatók. A napi szabályos ingadozások újabb idők nyomozásai szerint abban állanak, hogy a légsúlymérő' állása reggeli 4 óra körül legalacsonyabb, azután folytonosan emelkedvén délelőtti 10 órakor hágási tetőpontjához ér; innét csökkenésnek indul, s délután 4 óra tájban a csökkenési alpontjára jut, honnét estvéli 10 óráig ismét emelkedvén állásának tetőpontját másodszor eléri, melyből újra csökkenéshez fog, és azt reggeli 4 óráig folytatja. Ezen ingadozások, ámbár kitérésí mezejük 1 vonalt meg nem halad, a heves égöv alatt, de főkép az egyenlítőnél olly határozottak, hogy korszakosságuknak megismerésére egyetlen egy napi vizsgálódás elégséges; de minél inkább a' földszark felé közeledünk, annál nagyobbak a szabálytalan ingadozások, mellyek az érintett napi korszakosságot annyira eltakarják, hogy azt csak huzamosb idő alatt (nálunk legalább 1 hónapig) folytatott vizsgálódások segítségével lehetséges kellően észrevehetővé tenni. Azon időpontok, mellyekben a légsúlymérő' állása egy napi idő alatt legmagosabb vagy legalacsonyabb, *Humboldt* után *térítő óráknak* neveztetnek. Ezekre némű befolyással vannak az évszakok, és pedig az egyenlítőnél kisebb mértékben, mint a földszark felé, hol télben a két tetőpont, valamint a délutáni alpont is a nap' deleléséhez valamivel közelebb esik, mint nyárban. Ha az egész éven át följegyzett légsúlymérői állásokból a légsúlymérő' közép állása minden hónapra különösen meghatároz-

tatik, a napi szabályos ingadozásokon kívül hasonló évi szabályos ingadozás tűnik elő, mely szerint Január hótól Juliusig a légsulymérő' állása folyvást csökken, azután pedig Januárig folyvást emelkedik; azonban az évi tetőpont, és alpont közti különbség az egyenlítőtől a földszarkok felé kisebbedik. A légsulymérő' szabálytalan ingadozásai az időjárással vannak többé, vagy kevesbé ismerhető összefüggésben; ezek annál nagyobbak, minél távolabb helyen történnek az egyenlítőtől; míg Peruban csak néhány vonalnyiak, nálunk 2 ujjnyi, éjszakiabb tartományokban pedig 3 és több ujjnyi magosságot is megütnek; az évszakok is gyakorolnak rájuk némű befolyást, s azért bizonyos helyen télben nagyobbak mint nyárban. Ha azon helyeket, melyekben a légsulymérő' hónapi középállása egyenlő a földgömb' felületéni vonalakkal, összekötve képzeljük, erednek az úgy nevezett *egyenlégsulymérői vonalak*.

527. A szabályos napi ingadozásoknak oka a légnek nap általi megmelegítésében, és a bekövetkező meghülésben áll. Jelentse 328 rajz.



e végre *G* golyó (328 rajz) földgömbünket, *ABCD* a körlég' határát, *AC*, *BD* vonalak a délkörök irányában képzelt síkokat, melyek által a körlég négy részre osztva gondoltatik. Míg a nap *m* hely fölött létezik, leginkább az *AG* és *BG* határok közti léget melegíti meg, és ezen melegítés még azon idő alatt is folytatatik, míg a nap *m*-től *B* hely fölébe ér, sőt míg azt valamivel

tul nem haladja; de akkor *m* helyben már körülbelül délután 4, *n*-ben délelőtti 10, *o*-ban reggeli 4, és *p*-ben estvéli 10 óra lesz. Lássuk most, minőnek kell lenni ezen kijelelt órákban mindegyik helyen a légsulymérői állásnak. Az *AG* és *BG* határok közti, és a nap által megmelegített lég *AB* határon fölül kiterjedvén, részint *AD*, részint *BC* térbe átfolyni kényszerítettetik, s ennek következtében *n* és *p*-ben a légsulymérő emelkedni, *m*-ben pedig szállani fog, de szállani fog egyszersmind *o*-ban is; mert *DG* és *CG* határok közti légnek is jelentékes része a nap' sugarait legtávolabb nélkülöző *CB* térbe vonul. Ebből láthatni, hogy a mint a nap látszólagos utját a föld körül folytatja, úgy a legmagosabb, és legalacsonyabb légsulymérői ál-



lásokat is helyről helyre tovább mozditja, és 24 óra lefolyta alatt minden helyen két tetőpontú, és két alpontú légsulymérői állást létesít. E szerint értelmezhetni az évi szabályos ingadozásokat is. Mi a légsulymérőnek szabálytalan ingadozásait illeti, azoknak oka látszólag a szelek irányában fekszik, mely a mérsékelt és hideg égövek alatt igen gyakorta változik. Ugyanis ha valamelly helyen minden különböző irányú szélnél a légsulymérő' állása külön följegyeztetik, és a több ideig folytatott jegyzetekből egyenlő irányú szelekre nézve a légsulymérő' középállása meghatároztatik, azonnal kiviláglik, hogy a légsulymérő' állása **E** (éjszaki) szeleknél magosabb mint a **D** (délieknél), és hogy legmagosabb **EK** (éjszak s kelet-közi), legalacsonyabb **DNy** (dél s nyugot közti) szeleknél. Mint-hogy azonban az éjszaki félföldön az **EK** szelek a leghidegebbek, a **DNy** szelek pedig a legmelegebbek, látni való, hogy a légsulymérői szabálytalan ingadozásoknak valódi oka nem a szelek irányában, hanem inkább azoknak hévmérsékében rejlik. Az **EK** szelekkel t. i. déli vidékekbe hidegebb, s ennélfogva tömöttebb levegő hajtván, az a légsulymérőre nagyobb nyomást gyakorol; ellenben **DNy** szelekkel az éjszaki tartományokba melegebb, tehát ritkább levegő nyomulván, az a légsulymérő' állását csökkenti. — Továbbá mivel a **DNy** meleg szelek az éjszaki vidékek' levegőjével keveredvén abban nagyobb hévmérséki változást okoznak, mint közel az egyenlítőhez; érthetővé válik, miért annál nagyobbak a légsulymérő' szabálytalan ingadozásai, minél távolabbak az egyenlítőtől, és miért olly csendes a légsulymérő' állása, ingadozásai pedig olly csekélyek a térítők között, hol az ugynevezett passat szelek csaknem mindenkor egyenlő hévmérsékű légrétegekből állanak.

*Jegyzék.* Figyelemre méltó, hogy azon körülménynél fogva, miszerint a meleg **DNy** szelek, a tenger fölötti ntjok közben fölvett nagyobb mennyiségű vizgőzök miatt a légsulymérő' állásának csökkentésén kívül gyakran esőzést vagy havazást is idéznek elő, a hideg száraz **EK** szelek pedig az általuk esz-közölt magas légsulymérői állást többször derült idővel párosítják. Európában a légsulymérőnek sokak által időjósloi tekintély azon értelemben tulajdonittatik, mintha minden szökkenését esős idő, hágását pedig derült idő követné, de alaptalanul; mert tapasztalás szerint magas légsulymérői állással is eshetik eső, ha meleg nedves **DNy** szél után hideg éjszaki szél következik. A légsulymérői állásból tehát a bekövetkezendő időjárás változásokat csak annyiban jósolhatni, a mennyiben azok a különböző irányú szelek' sajátosságával összefüggésben vannak, a nélkül, hogy a légsulymérőt hamis mutatósról vádolahatnók, ha szállását eső, s emelkedését derült idő nem követné. — Mindazon-

által azok kedvéért, kik a légsulymérőt időváltozást mutató eszköz gyanánt használják, megjegyezve legyen :

a) Ha a légsulymérő' állása száll, jele hogy könnyű **DNy** szél nyomul a levegőbe, ha mindjárt azt a föld színéhez közel a szélvitorlák nem is mutatják; minthogy pedig a **DNy** szél sok vizgőzöket tartalmaz, borús időre vagy esőre következtethetni, mi azonban csak akkor állandó be, midőn a vizgőzők lecsapátása az ellenirányú s hideg **E** vagy **EK** szelek, avagy más helyszerű körülmények által eszközöltetik.

b) Ha az eső kezdetével a légsulymérő a **DNy** szélnek megfelelő rendszer állásánál körülbelől 2 vonallal alábbszáll, tartós esőzésre számíthatni.

c) Ha a légsulymérő' állása emelkedni kezd, jele annak, hogy a **DNy** szélnek **Ny. E. EK.** iránybani fordulása történik, melly télben havazással, tavasszal darázással, nyárban égháborúval vagy összefüggésben, de végre tiszta, télen hidegebb, nyáron pedig melegebb napokat hoz maga után.

d) Az állandóan magas légsulymérői állás esendesen fujdogáló **EK** szel jelent, és avval járó tartós szép időt ígér.

e) Ha az **EK** szélnek megfelelő légsulymérői magas állás csökkeni kezd, tudhatni, hogy ezen szél **KD. D.** irányban történendő fordulását kezdi, és ha **DNy**-ra változott, az a) pont alatt említett időváltozást gyaníttatja.

f) Ha európai vidékekben **DNy.** szélnél a légsulymérői állás hirtelenül szokatlan mélységre leszáll, szélvész következik, és ha szélvész folyta alatt a légsulymérő fölhág, tudatja, hogy a **DNy.** szélén az **EK** győzedelmeskedett, és amazt a légsulymérő' állomásától tovább szorította.

g) Ha égi háboru alkalmával a légsulymérő főlebb megy, biztosan következtethetni, hogy annak ereje hanyatlásnak indult; mert ilyenkor az esővé sűrűsödött vizgőzők' helyét éjszakkeletről folyó száraz s hideg levegő foglalja el.

h) Ha a légsulymérő' állása havazás alatt száll, a hó esőre; ha pedig eső alatt emelkedik, az eső hóra változand. A légsulymérő' havazáskori emelkedése bekövetkező hidegre, ilyenkorai szállása pedig a hideg' lágyulására mutat.

Ezekből nyilván láthatni, hogy a légsulymérő inkább a szelek' irányát, mint az idő' változását mutató eszköz.

Lásd: *Lehre der Meteorologie von Ludwig Frid. Kaemts von den Schwankungen des Barometers* II. B., 338—388 lap.

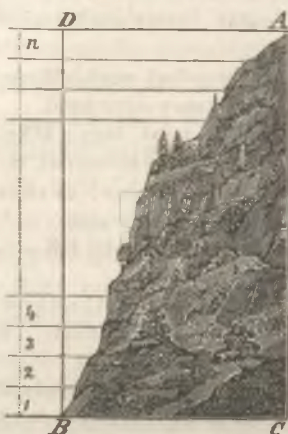
*D o v e's Aufsatz über Stürme, Poggendorf's Annalen, LII-dik kötet.*

*B e r d e Á r o n' Légtüneménytana a légnyomásról.*

528) A légsulymérő' állása akkor is változik, ha ugyanazon földrajzi szélesség alatt alantabb, vagy magasabb helyre vitetik; nevezetesen az első esetben emelkedik, mert reá magasabb légszlop nehezül; másodikban pedig ellenkező oknál fogva száll; mit már *Toricelli* maga is gyanított, *Pascal* pedig a hegyre fölvitt légsulymérőben első észrevett. Ennélfogva a föld' felületének külön-

böző helyein, melyeknek a tenger színe fölötti függélyes magosságuk különböző, a többi befolyó körülmények egyenlősége mellett is, a légsulymérő' közép állása egyenlő nem lehet.

I. Jegyzék. Tudván, hogy a magasabb helyre fölvitt légsulymérőnek 329. rajz.



higanyoszlopa mélyebbre süllyed, *Mariotte* azon törvénye nyomán, mely szerint a számtani sorzatban egymásra következő légköri rétegek, sűrűségei, vagy ezen sűrűségeket okozó nyomások fölfelé mértani sorzatban kisebbednek (512) légsulymérő által a hegyek' magosságát is meghatározhatni. Ennek értelmezése végett legyen *ABC* hegynek (329 rajz.)  $AC=M$  függélyes magossága légsulymérő' segítségével meghatározandó. Föltevéen, hogy a hegynek lábától csúsig a hőmérsék egyenlő, és ezen magosságnak két végső pontjain keresztül menő *AD* és *CB* sekmentes síkok közti légtömeget *n* számú és csekély *m* magosságú 1, 2, 3, 4 . . . *n* rétegekre fölosztván, az első réteg' alapjára helyezett légsulymérő' állását jelentsük *B*-vel, az

egymásután következő osztálysíkokra helyezett légsulymérő' állásai a következő mértani sorozatot  $B, \frac{B}{C}, \frac{B}{C^2}, \frac{B}{C^3}, \frac{B}{C^4}, \dots, \frac{B}{C^n}$  fogják képezni  $\frac{1}{C}$  azon kö-

zös szorzót képviselvén, mely szerint minden következő tag' értéke az előbbi-énél kisebb. Minthogy ezen sorzatnak utolsó tagja azon higanyoszlop' magosságát jelenti, mely a hegy' csúcsán felfüggesztett légsulymérőben mutatkozik, azt nevezvén *b*-nek, lesz  $b = \frac{B}{C^n}$ , vagy  $C^n = \frac{B}{b}$ ; innét keresvén *n* értékét,

leend  $n \text{Log} C = \text{Log} B - \text{log} b$ ; ezen egyenlet mindegyik tagját *m*-el szorozván leend:  $mn \text{Log} C = m(\text{Log} B - \text{Log} b)$ ; ugy de  $mn=M$ ; mivel az egész *M* magosság *n* számú és *m* magosságú rétegekre osztatott föl; ennél fogva lesz:  $M \text{Log} C = M(\text{Log} B - \text{Log} b)$ ; honnét  $M = \frac{m}{\text{Log} C} (\text{Log} B - \text{Log} b) \dots \alpha$

Ezen képlet csak úgy használható, ha az  $\frac{m}{\text{Log} C}$  állandó szorzónak értéke meghatározatik, mit következendően lehet véghez vinni. A 329-dik rajzban ábrázolt *m* magosságú 1 réteg alyján  $O^0$  hőmérsék alatt a sulymérő állását jelentse mint előbb *B*, a 2 réteg' alyján pedig ezen esetre legyen *B'*, leend  $\frac{1}{C} = \frac{B'}{B}$

tehát  $C = \frac{B}{B'}$  és  $\text{Log} C = \text{Log} B - \text{Log} B'$ ; mely értéket a meghatározandó szorzóban

helyettesítvén, leend  $\frac{m}{\text{Log } C} = \frac{m}{\text{Log } B - \text{Log } B'}$  Ezen kitételnek számokbani ki-

fejezése végett megemlítendő, hogy a közönséges lég  $0^\circ$  hőmérsék,  $45^\circ$  szélességnyi fok alatt, és a sulymérőnek tenger színe fölött 336,9 párizsi vonalnyi állásakor a víznél közelítőleg 770-szer, ez pedig a higanynál 13,593-szor tömöttebb; tehát a higany' sűrűsége ugyan a lég sűrűségéhez mint 770 13,593 : 1, vagy mint 10467 : 1. Ennélfogva 0,10467 lábnyi magos légoszlop 0,00001 lábnyi, vagyis 0,00144 vonalnyi magos higanyoszloppal egyenlő nyomást gyakorol; ha tehát a  $B=336,9$  vonalnyi állású légsulymérő  $m=0,10467$  lábnyival főlebb emeltetik, abban a higanyoszlop csak 0,00144 vonallal szálland alább; ennek következtében leend  $B'=336,9-0,10467=336,89856$ ; tehát

$$\frac{m}{\text{Log } B - \text{Log } B'} = \frac{0,10467}{\text{Log } 336,9 - \text{Log } 336,89856} = \frac{0,10467}{2,5275010110 - 2,5274991547} = \frac{0,10467}{0,0000018563} = 56386 \text{ párizsi láb; mely érték az } \alpha) \text{ alatti képletben } \frac{m}{\text{Log } C}$$

szorzó helyett tételvén áll :

$$M=56386 (\text{Log } B - \text{Log } b) \quad . \quad . \quad . \quad \beta)$$

Ezen alkat a légsulymérő' mindegyik állomásán a higanyban egyenlő, a légben  $0$  hőmérséki fokot, a megmérendő magosságnak pedig  $45^\circ$  szélesség alatti helyzetét föltételezvé, kellő pontosságra mind addig nem vezethet, míg az érintett tekintetekre nézve ki nem javíttatik. Ennekokaért:

a) Minthogy magosabb állomáson a hőmérsék közönségesen kisebb, az ott felfüggesztett légsulymérőnek higanyoszlopa az alantabb állomási higanyoszloppal magosságra nézve hiha nélkül csak akkor hasonlíttathatik össze, ha mind a két állomási higanyoszlop' magossága  $0^\circ$  hőmérsékre, vagy mi egyszerűbb, ha az alsó állomáson megmért  $T$  hőmérsékű higanyoszlop' magossága a felsőbb állomási higanyoszlop'  $T'$  hőmérsékére átvezettetik; mi úgy történik meg, ha az alsó állomási higanyoszlop  $B$  magossága annyival kisebbítettik, a mennyivel  $T$  és  $T'$  hőmérsékek' különzéke miatt az alsó állomáson kiterjeszkedett. Mivel  $B$  magosságú higanyoszlop' kiterjeszkedése  $1^\circ R$  hőmérsékre  $= 0,000225 B$  (525, a); leend az alsó állomási, de a felső állomás hőmérsékére átvezetett higanyoszlop' magossága  $B - 0,000225 B (T - T') = B(1 - 0,000225 (T - T'))$ .

b) Megjegyezvén, hogy Biot és Arago vizsgálódásai szerint a lég  $1^\circ R$  hőmérsékre térfogatának  $\frac{1}{213,3} = 0,0047$ -nyi részével terjeszkedik ki, je-

lentse az alsó állomási lég' hőmérsékét  $t$ , a felsőét pedig  $t'$ . Midőn ezen hőmérsékek közti közép hőmérsék  $\frac{t+t'}{2}$  egyenlő  $0^\circ$  hőmérsékhez, akkor fön-

nebbi módon megigazított higanyoszlopok' arányszámának különzéke  $56386 = F$  tényezővel szoroztatván, jól eredményezi a keresett  $M$  magosságot: de ha ezen közép hőmérsék  $0^\circ$  hőmérséknél vagy magosabb vagy alantabb, első

esetben a számítás által nyerendő magosság a valódinál  $0,0047 F \left( \frac{t+t'}{2} \right)$ -nyi-



vel kisebb, s másodikban  $0,0047F\left(\frac{t+t'}{2}\right)$ -nyivel nagyobb leend. Ennek

következtében első esetben  $F$  tényező ezen kitett mennyiséggel nagyobbítandó, másodikban pedig kisebbítendő. Lészen tehát ezen tekintetben kijavított  $F$

tényező, mind a két esetet együtt jelentve,  $F \pm 0,0047F\left(\frac{t+t'}{2}\right) =$

$$F \left[ 1 \pm 0,0047 \left( \frac{t+t'}{2} \right) \right] = 56386 \left[ 1 \pm 0,0047 \left( \frac{t+t'}{2} \right) \right]$$

c) Ha a mérés nem a 45-dik szélességnyi fok alatt történik, akkor a már eddig kifejtett, és kijavított tényezőkhöz még a következő is  $1 \pm 0,0026 \cos 2\varphi$ , melyben  $\varphi$  a szélességi fokot jelenti, kapcsolandó lesz, azon megjegyzéssel, hogy ha a mérési hely' szélességi foka 45°-nál kisebb + jegy, ha pedig nagyobb — jegy használtassék.

A mondott kijavításokat, és illetőleg kiegészítést alkalmazván,  $(\beta)$  képlet a következőbe megy által, mely szerint valamely  $M$  magosság kielégítő pontossággal meghatározható :

$$M = 56386 \left[ 1 \pm 0,0047 \left( \frac{t+t'}{2} \right) \right] \left[ \text{Log } B \left( 1 - 0,000225 (T - T') \right) - \text{Log } b \right] \\ (1 \pm 0,0026 \cos 2\varphi) \dots \gamma)$$

Azon esetben, midőn a hőmérséki fokok *Celsius* léptéke szerint jegyeztetnek föl: 0,0047 tényező helyett 0,000375, valamint 0,000225 helyett 0,00018 lesz használendő. Ha pedig a meghatározandó magosság akkora volna, hogy miatta a nehézségi erő' működése, és a lég' nedvességi állapota érezhető változást szenvedne, akkor *Aubuisson* javaslata szerint nem 56386, hanem 56566 lenne alkalmazandó.

Ezen képlet szerinti számolás, a hosszadalmas szorozások kikerülése végett, arányszámok segítségével legczélszerűbben úgy vitethetik végbe, hogy mindegyik főténytől arányszáma az  $e$  célra szolgáló táblákból pontosan kiiratik; ennek megtörténte után a részletes arányszámok összeadatnak, és a kijött összeves arányszámnak az említett táblákban megfelelő szám leend a keresett  $M$  magosság párizsi lábokban kifejezve, melyeket 1,0275-el szorozván bécsi lábokra átváltoztathatni. Ha a mérési helynek földrajzi szélessége a 45°-tól keveset különbözik, a  $\gamma$  képletnek erre vonatkozó tényezőjét mellőzni lehet, de különben sem szükséges annak arányszámát fölkeresni, hanem *Hessler* szerint elegendő, ha többi tényezők arányszámaiknak összege annyiszor 0,00004 mennyiséggel kisebbítettik, vagy nagyobbíttatnak, a mennyi fokkal nagyobb, vagy kisebb a mérési hely szélessége 45°-nál. A légsulymérővel magasságmérésről lásd :

*Gehler's Phys. Wörterbuch V. kötet, 282—332 lap.*

*Ueber Höhenmessungen durch das Barometer von J. Litrow (1822).*

*Peschel's Lehrbuch der Physik (1842), 283—288 lap.*

*Hessler's Handbuch der Physik (1847) 324—328 lap.*

II. Jegyzék. A légsulymérő nemcsak a légköri nyomás, vagy hegyek' magosságának megmérésére, hanem valamely edényben elzárt légnemű test' feszerejének, és ennek megfelelő sűrűségi állapotának meghatározására is

használtathatik. Így egy 30 hüvelyknyi hosszú üvegcső, mellynek felső nyílása a légszivattyú tányérján keresztül vezettetvén a bura' üregével közlekedik, alsó nyílása pedig higanyt tartalmazó edénybe van mártva, a bura alatti lég' ritkaságának kikémlésére legegyszerűbb eszköz; mert benne a higany a légritkitási fok arányában fölemelkedik, s ha a légsulymérő akkori állását elérhetné, jelül szolgálna, hogy a bura alól minden lég kihuzatott. A légszivattyú által eszközölt légritkitás kémlelésére a megrövidített csőlégsulymérő még alkalmasabb eszköz, mellynek leírását 491-dik szám végefelé olvashatni.

## HATODIK SZAKASZ.

### L é g m o z t a n.

(*Aërodynamica.*)

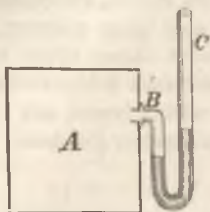
529. *Légmoztan* a légnemű testek' mozgási törvényeit fejtegeti. Ezek a higtetek' mozgási törvényeivel sokban megegyeznek ugyan, mindazáltal pontos meghatározásuk a légnemű testek' sajátságos rugékonysága miatt nagyobb nehézséggel jár. A légnemű testeket rövidség okáért többnyire csak légnek nevezvén, mozgásait kellő rendbeni előadás végett *haladó* és *rezgő* mozgásra osztjuk, mindegyiknek törvényeit különös fejezetekben tárgyalandók.

### I. FEJEZET.

#### A lég' haladó mozgásáról.

530. Föltevén, hogy valamelly léget tartalmazó és légüres térben létező edény' oldala nyílással láttatik el; ezen az említett lég rugékonyságánál fogva, az üres térbe azonnal kifolyni kezd, s folyand mindaddig, míg a kifolyt része az edényben maradottal egyensúlyt tartani nem képes. E helyen fűtekintet az első pillanatban kifolyó lég' sebességének meghatározására fordítandó. E végett a nyíláson kifolyó léget, a részecskéinek nagy mozgékonyosságánál fogva híg test gyanánt tekinthetvén, keressük azon légoszlop' magosságát, melly a nyíláson kifolyóval egynemű, és egyenlő sűrűségű, az edénybe zárt levegőre épen akkora nyomást gyakorolna, a mekkora

alatt tetteleg létezik; ezen magosságot ugyan közvetlen nem, de  
330 rajz.



Közösüljön  $A$  edénynyel (330. rajz), melyből a lég kifolyni föltételeztetik,  $BC$  lég-sűrmerő; ennek hosszabbik szárában a lég' rugonyossága által fölemelt higanyoszlop  $b$  magossága a kifolyó lég' feszerejével egyensúlyban van; ha tehát a higany' tömötséget  $D$ -vel, kifolyó lég' sűrűségét  $d$ -vel, és  $a$  magosságú higanyoszloppal egyennyomású

légoszlop' magosságát  $h$ -val jelentjük, a közösülő csökbén létező folyadékok' magosságát illető szabály szerint álland:  $b : h = d : D$ ,

honnét  $h = \frac{bD}{d}$ . Ezen értéket az edény' nyílásán kiömlő folyadék'

sebességét kifejező  $C = 2\sqrt{gh}$  képletben (464) helyettesítvén, leend a légüres térbe kifolyó légnek első pillanatnyi sebessége

$$C = 2\sqrt{g\frac{bD}{d}}.$$

*Jegyzék.* Ha kerestetnék az üres térbe folyó közönséges légnek sebessége,  $0^\circ$  hőmérsékben a légsúlymérő 28 hüvelyknyi állásakor, ha  $b=2,3$  láb,  $d=1$ , és  $D=10467$ ; leend:  $C=2\sqrt{15,5 \cdot 2,3 \cdot 10467} = 1229$  láb. Ugyanezen sebességgel folya a közönséges lég, ha kifolyása felényi nagyságú nyomás által eszközöltetnék is; mert a képletben mind  $b$ -nek, mind  $d$ -nek értéke felényire csökkenne. Ebből látható, hogy bizonyos fajú lég, bármely nyomás alatt létezzék is, az üres térbe mindig ugyanazon sebességgel kezdi kifolyását. A különfajú légnemű testek' kifolyási sebességeik ellenben ugyanazon nyomás alatt is különbözök; mert két különfajú, tehát különböző tömölségű, de ugyanazon nyomás alatt kifolyó légek' sebességei egymáshoz hasonlítottatván áll:

$$C : C' = 2\sqrt{g\frac{bD}{d}} : 2\sqrt{g\frac{b'D'}{d'}} = \sqrt{\frac{1}{d}} : \sqrt{\frac{1}{d'}}, \text{ vagyis}$$

$C : C' = \sqrt{d'} : \sqrt{d}$ , azaz: *különfajú légek' kifolyási sebessége tömölségüknek négyzetes gyökével megfordított viszonyban vagyon.* E szerint a könny, mivel legkisebb tömötséggel bír, a légüres térbe legnagyobb sebességgel foly ki. Visszaemlékezvén a légnemű testek' szétoszlatusát illető törvényre (503. *Jegyzék*): látnivaló, hogy az is az imént kimondott kifolyási törvényen alapszik.

531. Ha az összenyomott lég ugyanazon nemű, de kisebb feszerejű léggel töltött térbe folyik, akkor a kifolyási sebessége az

említett feszerők' különzékétől függ, és leend  $C=2\sqrt{g(b-\beta)\frac{D}{d}}$ ;

melly képletben  $b$  a nagyobb,  $\beta$  pedig a kisebb feszerőt jelenti. Ezen képlet azonban nem igen használható, ha a légnek kifolyása más fajú léggel töltött térbe történik.

532) Az előadottak szerint kiszámított kifolyási sebesség a valódi sebességnél jóval is nagyobb, mit abból leginkább vehetni észre, hogy bizonyos idő alatt kifolyt lég' mennyisége *Schmidt*, *D' Aubuisson* s mások' kísérletei nyomán mindig kisebbnek találtatik a kiszámított sebességgel ugyanazon idő alatt kifolyandó lég' mennyiségénél. Ezen különbség leginkább, miként ez már a nyíláson kifolyó hígtestekről is mondatott (465), a légsugar' összehuzódásától függ, és akkor legnagyobb, midőn a lég' folyása vékony lemezen csinált nyíláson történik; kisebb, ha a nyílás rövid henger-alakú szájszővel láttatik el; legkisebb pedig, ha a' nyílásra olly kúp alakú szájsző alkalmaztatik, mellynek kifelé álló vége a befelé fordítottnál két akkora átmérőjű, hosszasa pedig ezen átmérőt 5—10-szer fölülhaladja. Ennélfogva ha a nyíláson valódilag kifolyó lég' mennyisége meghatározandó, akkor a kiszámított légmennyiség még egy bizonyos kifolyási velejáróval lészen szorozandó, melly *D' Aubuisson* szerint a csekély vastagságnyi oldalon levő nyílásnál 0,65, rövid henger-alakú szájszőnél 0,93, kúp-alakú szájszőnél pedig 0,95. Ezen velejárókról azonban megjegyzendő, hogy azok kevesbé állandók, mint a híg testeknél használtatni szokott kifolyási velejárók, és a kifolyást okozó nyomás' növekedésével kisebbbednek.

533) A csőkön vezetett légfolyam utjában épen azon akadályokkal találkozik, mellyek a csőkön folyó hígtestek' mozgásának ellenszegülnek (469). Ennekokáért a légvezető csőkön kifolyó lég' mennyisége nemcsak a nyomás' magosságától, hanem a cső' hosszától is elannyira függ, hogy ha bizonyos hosszasaágú csőn kifolyt légmennyiség 1-ül vétetik, a többi körülmények megmaradtával 4, 9, 16-szor hosszabb vezető csőn illetőleg 2, 3, 4-szer kevesebb lég foly ki.

534) Ha az edény, vagy cső, mellyből a lég tetemes sebességgel kifoly, elegendőleg mozgékony, a kifolyó lég' irányával ellenirányú mozgásba hozatik; mert azon nyomás, melly az edény'



falának a nyílással egyenlő területű, de vele ellentétben levő részére hat, ugymint a többi részeire ható nyomás, meg nem semmisítetik. Erről kísérleti úton is a következő készüllet segítségével győződhetni meg: *ab* cső (331. rajz), melynek végei ellenkező

331. rajz.



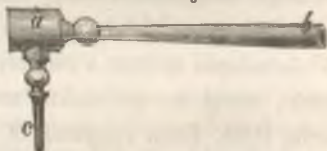
irányokban épszögletre hajlatvák, *cd* csővel úgy közlekedik, hogy egyszersmind körülötte könnyen mozoghasson; ha *cd* cső sűrített levegőt tartalmazó *e* edénynek *f* csapjához csavartatik, ennek kinyitásával *ab* cső a nyílásain kifolyó lég' irányával ellenkező irányú gyors forgásba jő. Sőt ha *ab* cső *cd* körül mozgékony nem volna, és *c* pontból hosszú fonalra fölakasztatnék, a csap' kinyitására az egész készüllet forgásba hozattatnék. A nyíláson kifolyó lég' effelé visszahatásának tulajdonítandó a röppentyűk' fölemelkedése, vagy az ugynevezett tűzikerekek' forgása, ágyuknak kisütés

alkalmakori visszalódulása, puskák és egyéb tüzi fegyverek' ütése, vagy taszítása, midőn belőlük erős lövés történik stb.

*Jegyzék.* Nevezetesebb készülletek, melyek által különféle czélokra használandó légfolyam eszközölhető, a következők:

*a) Forrasztó cső.* Áll *a* edénykéből (332. rajz), melynek nyílt szájába *b* cső légzárólag vagyon bedugva, oldalából pedig *c* szájcső megy ki; ha ezen szájcső gyertya lángjába igazíttatván, a levegő *b* csőn fuvatik, a láng a kifolyó lég' irányában igen hegyes alakot vesz föl, és a kisebb tömegű fémtárgyak' össze-forrasztására, vagy érczek' olvasztására elegendő hőséget fejleszt ki. Emilitésre méltó ezennel azon forrasztó eszköz is, mely *Kreidl* nevű ifju' találmányának köszönhető. Ennek főrésze egy háromszáju *Woulfféle A* palaczk (333. rajz), melynek középső szájába *B* edénynek csője légzárólag vagyon illesztve, és csaknem az *A* edény' fenekéig ér; másik száján *C* edénynek *d* csője megy keresztül, *C* edény' alsó

332. rajz.



333. rajz.



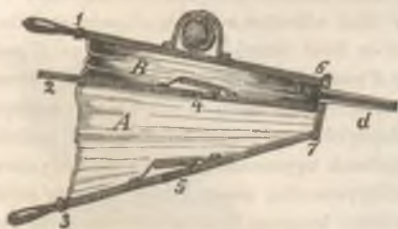
része pedig egy fölfelé nyíló szeleppel ellátva levén *e* edénykébe, és *fg* görbe csőbe végződik; *e* edényke alólól parafa-dugaszzsal van bezárva. Végre *A* palaczk harmadik szájából *h* szájcső áll ki, mely a körülményekhez képest hosszú és hajlékony is lehet. *A* palaczk' üregének mintegy harmada megtöltetvén vízzel, a levegő *gf* csőn belefúvatik, mely a palaczkban megsűrítettvén, a vizet *B* edénybe fölemelendi, és a *h* szájcsőn még akkor is, midőn a fuvás megszűntetik, a reá nyomuló vízoszlop' magosságának megfelelő sebességgel foly ki; mert az előtte bezárkozó szelep miatt vissza nem mehet; *e* edényke a szájából belopódzó nedvesség' fölfogására, és kieresztésére szolgál. Lásd *Dingler's Polytech. Jour.* 1845-dik év, 1 füzet, 24 lap.

b) *Egyszerű és összetett fujtató.* Az egyszerű fujtatónak egy kamrája vagyon, mely *a* és *b* (334. rajz) deszkák, és ezeket összefoglaló *c* bőr által képeztetvén, a körléggel *d* szájcső, és *e* oldalnyílás által közösül. Ezen nyílás egy befelé nyíló szeleppel vagyon ellátva. Ha *a* és *b* deszkáknak egymástóli eltávolításával a kamra' ürege tágitatik, a benne létező levegő azonnal megritkul, minek következtében a küllég mind a *d* szájcsőn, mind az *e* oldalnyíláson



betóduló sűrűbb külléggel telik meg, mely a nevezett deszkák' egymáshoz nyomtatása által *d* csőn menekülő légfolyamot képez. Ebből kitetszik, hogy az egyszerű fujtató nem adhat folytonosan tartó légfolyamot; annak eszközzésére az összetett fujtató használandó. Ez 1, 2, és 3 számokkal jelelt deszkákból áll, (335. rajz), melyek bőrrel összefoglalva *A* és *B* kamrákat alkotják; a

335. rajz.



közepű és alsó deszka 4 és 5 számú nyílással, és a nyílás fölé alkalmazott szeleppel vagyon ellátva. Továbbá a felső és alsó deszkák 6 és 7 számú sarkok körül mozgékonyok, a középső pedig mozdulatlanul azon fadarabba vagyon eresztve, melybe az *A* kamrával közösülő *d* szájcső vagyon illesztve. Ha az alsó deszka a középsőtől eltávolítottatik, a küllég 5 számú szelepen *A* kamrába tódul, honnét a 3 deszka fölemelésével 4 számú szelepen *B* kamrába nyomatik, és ebből a felső deszkára helyezett súly' nyomása által *d* szájcsőn kifolyik. Mivel a 3 számú deszkának föl s le mozgatása által *B* kamrába sokkal több levegő nyomattatik, mint ugyanazon idő alatt *d* csőn kifolyani képes, látnivaló, hogy ezen fujtató által eszközözendő légfolyam folytonos.

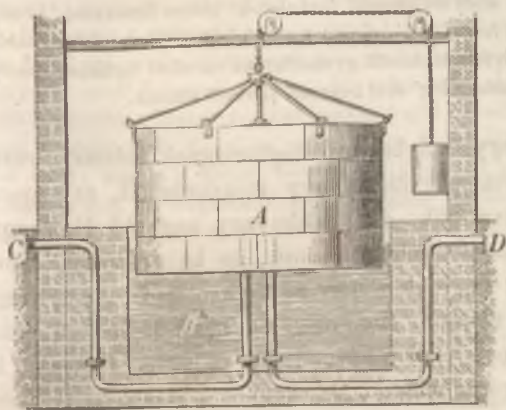
c) *Fuvóművek* neve alatt olly készülétek értetnek, melyek' segítségével





födött, többnyire 40—60 láb átmérőjű, és 20—30 lábnyi magosságú *A* tartmányból (337. rajz), mely légzárólag egymáshoz foglalt vaslemezekből

337. rajz.



alakítva lévén, s csigákon fekvő, és súlylaval feszített láncz által függélyes állásban tartatik. Miután egy nálánál valamivel tágabb s kifalazott *B* víztartóba buktattott, *C* cső által a kifejlesztett könszéneggel töltetik meg, mely a tartmány' súlya által *D* csőn ki nyomattatván, a már említett czélra fordítatik. A kifolyó könszéneg' megkívántató

sebessége a tartmány' terheltetése által eszközölhető.

Ezennel említést érdemel azon légmérő készület is, melynek használatával bármikor számba-vehető bizonyos helyen, például egy léggel világított házban, az elhasznált könszéneg' mennyisége. Ezen készület egy rövid henger-alakú, vaslemezről készült *K* (338 rajz.) kamrát képez, melynek köze-

338. rajz.



pén egyik végén zárt, másikon nyílt rövid *v* cső megy keresztül. E cső mintegy tengelyeül szolgál egy másik de az előbbinek üregében könnyen forogható henger-alakú kamrának, melynek belterfogata a rajzban jelentett görbületű *a*, *b*, *c*, lemezek által *A*, *B*, *C*, üregekre vagyon fölosztva, s ezeknek mindegyike *v* tengely-csővel oldalnyílások által közlekedik. Ha e készület, miután *mn*-ig vízzel megtöltetett, *v* csőjénél fogva a légtartóhoz jövő csővel, *o* csőnél fogva pedig a kivilágítandó házban szétágozó csővel összekötetik, látnivaló, hogy az *A* üregbe befolyó lég, mivel nyomásának az alatta létező víz

ellenszegül, *v* cső körül forogható belső kamrát a nyíl irányában mindaddig fordítandja, míg *a* lemeznek *n*-ig jött széle a vízből ki nem merül; ekkor a légtartóhoz jövő lég *B* üregbe nyomul, és a belső kamra' további forgását az imént előadott módon eszközli; a vízből kimerült *A* üregben foglalt lég pedig a külső kamra üregébe általmehetvén, *o* csőn rendeltetési helyére folyik, és így



tovább. Minél több lég megy ezen készületen keresztül, annál nagyobb a belső kamra' fordulatainak száma, mely  $\sigma$  tengely körül forgó csövel összekapcsolt óramű által hiven mutattatik meg. Ha tehát előlegesen tett kísérletek' nyomán 1 köb láb lég' átfolyása alatt történendő fordulatok' száma ismeretes, könnyű az óramű által mutatott fordulatok' számának megfelelő légmennyiséget köblábokban kiszámítani. Illyféle légmérők gyakorlatban zár alatt tartatnak, melynek kulcsa csak az elhasznált lég' árát beszedő tisztnél létezik.

535) Ha az egyensúlyban levő légtömegnek valamely része bármiféle oknál fogva megritkul, vagy megsűrűsödik, az egyensúly azonnal megzavartatik, és kisebb vagy nagyobb légmozgás támad, melyet általánosan *légfolyamnak*, de ha a szabad légben történik, kisebb vagy nagyobb erejére nézve *szellőnek*, *szélnek* vagy *szélrésznek* szoktuk nevezni. Mind ezen nevezetű légmozgásoknak okai között főszerepet visel a hőmérséki változás. Ugyanis, ha a légtömegnek egy része meghűl, az rugékonyságából valamit veszít, és így a körülötte létező légtől kisebb térbe nyomtatván nagyobb sűrűséget nyer, minél fogva a nála ritkább levegőtől továbbá fönn nem tartathatván, lefelé szálló légfolyamot képez. Ellenben, ha a légtömeg' egy része megmelegszik, ennek következtében nagyobb rugékonyságot nyervén kiterjed, és mint fajlagilag könnyebb test, az őt környékező sűrűbb légtől kényszerítve, fölfelé vonul, maga után helyet engedvén a szomszéd hidegebb és tömöttebb lég által elfoglalandót. Ha a melegítő forrás tartós munkáságban marad, az általa gerjesztett légfolyam is szakadatlan, és a légtömeg mintegy körforma mozgásba jő, mely szerint a hidegebb és tömöttebb lég mindig a meleg forrás felé nyomul, és ez által kiterjesztve megint fölemelkedik. Ellenirányban történik a légtömeg' körmozgása, ha tartós meghűtés által keletkezik.

*Jegyzék.* A melegebb légnak hidegebb általi fölemeltetéséből, és annak a melegebb lég' helyébe folyásából értelmezhetni: hogy a hol tűz támasztatik, a levegő szükségkép mozgásba jő; nevezetesen a tűz által megmelegített és fölfelé vonuló lég helyébe minden oldalról tűzfelé irányzott légfolyam áll be; a tűzből fölemelkedő lég a füstöt magával ragadván, azt tovább szállítja, a helyébe nyomuló lég pedig a tűznek további élesztésére szolgál. A kéményeken annál élénkebben takarodik ki a füst, minél magosabb a kéménybeni lég' hőmérséke a küllégénél; ha ellenben a kémény' üregében foglalt lég a küllégnél hidegebb, amint ez a nagy hidegek után hirtelen bekövetkező langy időben történik: akkor a kéményen mind addig nem megy ki a füst, míg ürege az alája rakott tűz által kellően meg nem melegített. Magosabb kéményekben, ha alattuk tűz nem élesztetik, nyári melege napokban nem fűl, hanem lefelé vonuló léghezam

szokott uralkodni. A fűtött kemenczétől megmelegült lég a hidegebbtől nyomatván fölfelé szállong, s minthogy a padlás által tovább mentében gátoltatik, nagyobb részint a szoba' üregének felső részét foglalja el. Egy fűtött szoba kinyitott ajtaján alol a meleg lég' fölemelésére törekvő hidegebb küllég nyomul be, fölül pedig a melegebb lég szoríttatik ki; mind a két légfolyam irányát az oda tartott égő gyertya' lángjának elhajlásából vehetni észre. Ennélfogva a fűtött szoba annál könnyebben közli hőmérsékét a szomszéd hideg szobával, minél magosabb a közlekedésüket eszközöző ajtó. A melegebb légnak hidegebb általi fölemeltetésén alapul az ugynevezett *Meisnerféle* fűtés is, melly szerint a lég, miután a háznak valamelyik földszinti szobájában az ott létező kemencze által jól megmelegítetett, a falakba beépített vezető csőkön a ház' többi termeibe bebocsáttatik. E végett mindegyik terem két elegendő táglátú, és ajtóval ellátott nyílással bír; egyikén, melly a padló fölött néhány lábnyira vagyon, a melegített lég a terembe nyomul; másikán pedig, melly alantabb létezik, ugyanannyi hideg lég a teremből kimegy; ha ekkép a terem' hőmérséke kellő fokra emeltetett, az említett nyílások' ajtai bezáratnak.

536) Ha a légfolyam valamely mozgékony tárgyba ütközik, azt sebességéhez, tömegéhez, és ütközési szögletéhez képest bizonyos erővel mozgásba hozni törekszik. Ezen erő' nagyságát némelyek a hígtesteket illető ütközési szabályok szerint szokták megítélni, mi azonban aligha nem hibásan történik; mert miután az ütköző lég az ellenálló tárgy előtt valamennyire összenyomatott, rugalmasságánál fogva ismét kiterjed, és így az ellenálló tárgyra új erővel hat. Ugy látszik, csak ezen körülménynek tulajdoníthatni azon minden várakozást fölülmuló rombolásokat, melyeket a rakoncztátlankodó szélvészsek, tömegüknek a víznél csaknem 800-szori kisebb sűrűsége mellett is, nem egyszer okozni tapasztaltattak. Azonban, mennyibe veendő ezen körülmény, még eddig számításra vonni nem igen sikerült.

*Jegyzék.* A légfolyam' ütközése gyakorlatban különféle mozgások' létesítésére szokott használtatni. Így légfolyam által tartatnak mozgásban a szélmalomok; egyik világreszből a másikba hajtának a tengeri vitorlás hajók; légfolyam által emelkednek föl a mulattatásra szolgáló papírsárkányok, forognak az ahlakok' szelelő lyukaikba itt-ott alkalmazott, vagy a szélmalmot kicsiben utánzó szél-kereket, és kígyó formára kimetszett papirtekercsek, ha a befűtött kemenczére helyezett függélyes állású támaszszal láttatnak el. A löfegyverekből is, legyenek azok akár széllel, akár gözzel, akár löporral, vagy lögyapottal töltöttek, a mesterségesen eszközölt légroham taszítja ki oly hánulatos sebességgel a golyót.

537) Mivel az ütközés által összenyomott lég ismét kiterjeszkedik, és pedig annál nagyobb mértékben, minél inkább össze-

nyomatott, némelly körülményekben igen váratlan, és meglepő tünetenyeket szokott előidézni. Így ha valamelly bő tartalmú és összenyomott léget magában foglaló edénynyel 1 vagy 2 ujnyi tágulatú *A* cső (339. rajz), melynek nyílt vége *BC* lemezben vég-

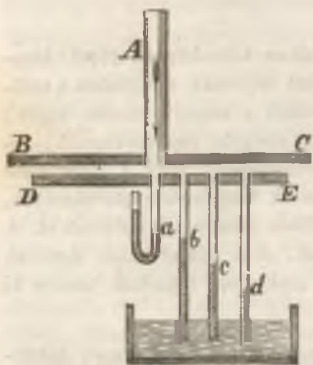
339. rajz.



ződik, közlekedésbe tételik, rajta az összenyomott lég olly erővel rohan ki, miként gondolni lehetne, hogy minden elejbe tartott tárgyat a' nyílástól tovább taszítand: azonban ha 7—8 hüvelyknyi átmérőjű fa vagy fém *DE* körénnya' nyíláshoz elegendőleg közelítettetik, attól a kilövellő légfolyam' daczára sem távo-

lítottatik el, hanem előtte a levegőben függve marad, a közötté és *BC* lemez között nagy rohajjal elillanó légfolyam által folytonos rezgési mozgásban tartatván. Mig a légfolyam tart, addig *DE* körény csak tetemes erő megfeszítésével távolíttathatik el a' nyílástól. Ugyanezen tünetény kicsinyben is előáll, ha egy pár vonal átmérőjű *A* csőn, melynek végére közepén átlukasztott *BC* körény van tolva, alája pedig vékony lemez vagy papir levélke helyezve vagyon, szájjal tartós fuvás eszközöltetik. E tünetényt, melly különössége miatt *légmoztani képtelenségnek* neveztetik, *Clement* és *Deformes* után így magyarázhatni: A mint a légfolyam *DE* körénybe ütközik, azt tovább tolni ügyekszik ugyan, de mivel ugyanazon pillanatban a *BC* és *DE* lemezek közti térben szétterjeszkedik, és így érezhetőleg megritkul, *DE* törény' területére

340. rajz.



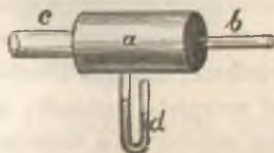
kisebb nyomást gyakorol lefelé, mint a körény alatti lég fölfelé; ez utolsó által tehát *DE* körény a levegőben föntartathatik. Ezen magyarázat helyességéről neggyőződhetni, ha *A* csőn (340. rajz) átmenő légfolyam *DE* lapra így vezettetik, hogy az ebbe beeresztett, s higanyt tartalmazó *a* légsűrűnő' nyílása a légfolyammal szemközt, a vízbe mártott *b*, *c*, *d*, üvegsők pedig mellékesen essenek; mer' a mondott magyarázat' igazolásul látnivaló lesz, hogy a légsűr-



mérő' *a* szárában a higany leszáll, *b*, *c*, *d* csőkben pedig a víz fölemelkedik.

*Jegyzék.* Az imént leirt tűneményhez némileg hasonlít az is, melyet *a* edény (341 rajz.) segítségével tapasztalhatni. Ez egyik végén *b* szűk cső, másikán sokkal bővebb *c* csővel, oldalán pedig *d* légsűrítővel vagy ellát-

341. rajz.



va. Ha *b* csőn a levegő erősen belefúvatik, a légsűrítő' hosszabb szárában a higany föl-emelkedik, jeleül annak, hogy *a* edény' üregében a légnyomás megkisebbitett. Tudniillik midőn *b* csőn *a* edénybe levegő fúvatik, a benne létező levegő mozgásba hozatván, *c* tág csőn nagyobb mennyiségben megy ki, mint ugyanazon idő alatt *b* csőn befúvatik; ez által

*a* edényben a levegő megritkul, és nyomása kisebbedik. Ellenben ha a tág *c* csőn fúvatik *a* edénybe a lég, a légsűrítő' hosszabbik szárában a higany leszáll; mert *b* szűk csőn nem képes annyi levegő kivonulni, a mennyi ugyanazon idő alatt a tág *c* csőn befúvatott; és így *a* edényben a lég megsűrítettván a légsűrítő' higanyára nagyobb nyomást gyakorol. (*Pogg Annal. XV. kötet, 310 lap.*)

## II. FEJEZET.

### A lég' rezgő mozgásáról.

538) A lég azonnal rezgési mozgásba jő, mihelyt tömegének valamely része hirtelen megsűrítettik vagy megritkítottatik. Ezen mozgás' szabályainak kutatása végett legyen *G* (342. rajz) egy golyó alakú test, melly a levegőtől mindenhonnan környezve bármiféle oknál fogva hirtelen kiterjed, azután pedig hirtelen összehúzód-

342. rajz.



dik, (példaul durranó léget tartalmazó és meggyújtott szappanbuborék). Ezen golyónak szétterjedése által a vele érintkező légréteg' részecskéi a golyó' sugarainak irányában taszittatván, bizonyos sebességgel a következő légréteg' részecskéibe ütköznek, és miután azok között némi összenyomulást okoztak volna, sebességüket a velük ugyanazon sugar mentében létezőkre, az egy sorba helyezett rugonyos golyók

gar mentében létezőkre, az egy sorba helyezett rugonyos golyók



ütkezési szabálya szerint (359. c) általruházván, lassúdó mozgással ismét nyugvási állapotba jönnek; de abban sokáig nem maradhatnak, mert a hirtelen összehuzódó golyó által üresen hagyott tér felé növekedő, azután lassúdó sebességgel mind maguk, mind az általuk előbb összenyomott légrésezcskék egymásután visszarugódnak, és ott, hol előbbi pillanatban sűrűsödést szenvedtek, ahhoz arányló fokban megritkúlnak. Ebből látnivaló, hogy  $G$  golyó' szétterjedése és összehuzódása által legelőször a vele érintkező, azután a következő légrétegek' egyes rezsezcskéi rezgési mozgásba hozatnak; a golyó' kiterjedése alatt t. i. az első légréteg' mindegyik  $a$  rezsezcskéje  $ab$  irányban, összehuzódása alatt pedig ellenkezőben mozgván egy rezgést végez, melyet a következő légrétegek' rezsezcskéi annál későbbben utánoznak, minél távolabbra esnek a golyótól. Ha azon idő alatt, míg  $a$  rezsezcske rezgését végzi, a rezgő mozgás rezsezcskéről rezsezcskére  $ax$  irányban  $e$ -ig haladott: akkor az  $ae$  vastagságnyi légréteg  $G$  golyó körül üres gömb-alakú *lég-hullámot* képez, melynek átmetszetét  $alm$  és  $etu$  körök közti tér, hosszát pedig (néhányak szerint szélességét)  $ae$  vonal jelenti. E szerint a lég-hullám két rétegből áll, melynek egyikében  $alm$  és  $cpq$  körök között a légrésezcskék ellenkező irányú mozgásban vannak, mint  $cpq$  és  $etu$  körök közti rétegben, valamint ez a nyilak által is jelentetik. Azon pillanatban, melyben  $alm$  kör' légrésezcskéi rezgésüket végezvén mozgni megszűnnek,  $bno$  rezsezcskék' visszatérési sebességük legnagyobb,  $cpq$  rezsezcskék nyugszanak,  $drs$  rezsezcskék legnagyobb haladási sebességgel birnak,  $etu$  légrésezcskék pedig épen rezgési mozgásukat kezdik; míg ezek is rezgésüket bevégezendik, mondottak nyomán az előbbi lég-hullám  $etu$  és  $xyz$  határok között létezend; miből látható, hogy a légrésezcskék' egy rezgési ideje alatt a lég-hullám egész hosszával tovább halad. Ha  $G$  golyó' kiterjedése és összehuzódása csak egyszer történik, az öt környező légben csak egy lég-hullám támad, és üres gömbalakban tovább haladván, mind inkább kiterjeszkedik; ha pedig a mondott kiterjeszkedés és összehuzódás többször ismételtetik,  $alm$  légrésezcskék is mindannyiszor új rezgésbe hozattatván, ezekkel egyenszámú és egymást közvetlen követő lég-hullámokat gerjesztenek.

*Jegyzék.* A hirtelen kiterjedő és azután összehuzódó golyó, mely által a lég rezgési mozgásba tétethetik, csak egyszerűség okáért választatott; mert különben is a lég mindig rezgési mozgásba jő, valahányszor valamely rezgő test-

tel érintkezik; sőt minden rezgő test nélkül is, ha összenyomott állapotából hirtelen kiszabadul, vagy légüres térbe berohan.

343. rajz.



A rezgő légrészecskék közönségesen a léghullám' sugarának irányában teszik mozgásaikat, ha azonban egy rugékony vessző, mellynek keresztmetszetét  $C$  jelenti, (343 rajz.) csavar rezgésbe hozatik, körülötte ollyféle léghullám támadand, mellynek  $a$  és  $b$  rétegeiben a légrészecskék' mozgásai egymással ellenkezők ugyan, de a hullám' sugarára nézve merőleges irányban történnek.

539. A rezgő testnek egymást sebesebben követő lökései által támasztott léghullámok rövidebbek, részecskéik rezgési pályájukat sebesebben végzik, de pályájuk' tágulata, vagyis rezgésük' kitérése, és így a keletkező léghullám' erőssége is a lökés' erejének nagyságától függ a nélkül, hogy különböző erejű, de egyenlő sebességű lökések által ugyanazon anyagú és hőmérsékű léghullámok támasztatnának. Külön anyagú, vagy ha ugyanazon anyagú, de különböző hőmérsékű, légnemű testekben pedig egyenlő sebességű lökések által is annál rövidebb léghullámok támasztatnak, minél nagyobb a fajlagi rugonyosságuk. Azonban bármely különböző hosszúságúak legyenek is bizonyos léghullámok, azok mindannyian egyenlő sebességgel haladnak; mert a haladási sebesség csupán csak a léghullámok fajlagi rugalmasságától függ, ez pedig ugyanazon körülmények alatt állandó.

540) A léghullámok szabad légheni haladásuk alatt a megfűtött térek' négyzete szerint gyöngülnek. Mert ugyanazon erő, melly a rezgő testtől bizonyos távolban a léget rezgési mozgásba hozza, 2-, 3-, 4-szer nagyobb távolságban 4-, 9-, 16-szor nagyobb léggömb felületekre működik, és azoknak részecskéit a rezgésre ugyanannyiszor kisebb hatással izgatja. Ha azonban a léghullámok' haladása valamely csőben foglalt levegőben történik, gyöngülésük nagyobb távolságokban is alig észrevehető.

Jegyzék. Mi a léghullámot képző légrészecskéknek rezgési irányát és sebességét, hullámok' erősségét illeti, azt a tünetmények' értelmezésének könnyebb felfogása végett, rajzilag

344. rajz.



is szokás szem elejbe tüntetni. Jelentse e végett  $ae$  vonal (344. rajz) a léghullám' hosszát, mellynek  $ac$  részében a légrészecskék balfelé,  $ce$  részében pedig jobbfelé irányzott mozgásban van.

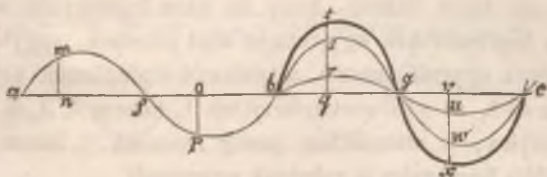
nak,  $a$ ,  $c$ ,  $e$  pontokban pedig nyugszanak. Ezen léghullám' hosszában mozgó légrészecskék' sebességeit az  $ae$  vonalra épszöglet alatt vont, és a jelentendő sebességhez arányzott hosszúságú rendékekkel lehet képviseltetni. Fölvevén, hogy  $ae$  vonalra alólról huzott rendékek a balfelé irányzott sebességet, fölülről huzott rendékek pedig a jobbfelé irányzottat jelentendik, a fönnebb mondottak nyomán  $b$  és  $d$  pontokból ellenkező irányokban huzott  $bm$  és  $dn$  rendékek lesznek a leghosszabbak, a többiek pedig mind a két oldalra folytonosan rövidebbek, míg végre  $a$ ,  $c$ , és  $e$  pontokban egészen elenyésznek. Ha ezen rendékek' végei egy folytonos vonallal összeköttetnek, ered az  $amcne$  sebességi görbe, melly egyszermind  $m$  és  $n$  pontoknál nagyobb kihajlásával, vagyis a  $bm$  és  $dn$  rendékeknek összegével, a különben egyenlő hosszúságú hullámoknak nagyobb erősségét jelenti. Minthogy ezen vonal' görbesége a viz' vagy egyéb folyadék' hullámának görbületével tökélyetesen megegyez, érthető: miben áll a léghullám és amaz közti hasonlatosság, ámbátor a léghullámban valódiilag sem hullámvölgy, sem hullámhegy nem létezik, hanem mind a kettőt csak a rezgő légrészecskék' ellenkező irányai képviselik.

541) Ha két különböző pontokban támasztott léghullámok egymással találkoznak, miután egymást átvágják, úgy folytatják útjokat, mintha nem is találkoztak volna, de a találkozási helyeken nevezetes, és azon tünetényekhez hasonlítható módosításokon mennek keresztül, mellyek a folyadékok' hullámainak találkozásáról szóló 481 számban tárgyaltattak. Ugyanis azon helyeken, mellyekben a találkozó léghullámok' részecskéi egyirányban mozognak, a légrészecskék' sebessége egyenlő a részletes sebességek' összegéhez; ellenben hol a találkozó léghullámok' részecskéi ellenkező irányban mozognak, az eredő sebesség az összeütköző részecskék' sebességeiknek különzékhöz egyenlő; és így az ellenirányú és egyenlő mozgások' eredménye  $= 0$ . Ha pedig azon irányok, mellyekben a találkozó léghullámok' részecskéi mozganak, egymással bizonyos szögletet képeznek: akkor az eredmény a mozgás' összetételének szabályai szerint határozthatatik meg. A mondottak' bővebb értelmezése végett, legyen két egyenhosszaságú léghullám, mellyek két különböző, és egymástól egy egész hullám-hossznyira távol eső  $a$  és  $b$  (345. rajz) pontokban keletkeztén az  $ac$  vonalban létező légrészecskékre egyszerre hatnak. Az  $a$  pontban támadt léghullám'  $n$  részecskéjének bizonyos pillanatra  $mn$  vonal,  $o$  részecskéjének pedig ellenirányú sebességét  $op$  vonal által jelentvén, lészen az  $a$  pontból jövő léghullám' sebességi görbéje  $amfpb$ , és ennek további folytatása  $bsgwc$ . Hasonlóképen a  $b$  pontban származott léghullám'  $q$  részecskéjének sebességét  $qr$ ,  $v$  részecskéjének pedig ellenirányú sebességét



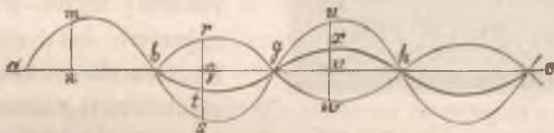
gét  $vu$  vonal képviselvén, leend ezen léghullámnak sebességi görbéje  $brguc$ . Minthogy  $q$  részecskére egyszerre mind a két léghullám  $qr$

345. rajz



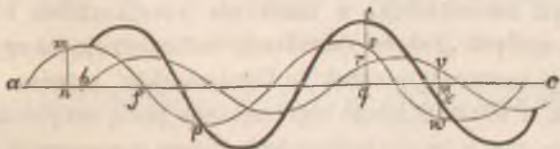
és  $qs$  sebességekkel egyirányban hat, a találkozás alatti sebessége leend  $qr + qs = qt$ , és ugyanezen oknál fogva  $v$  részecske sebessége  $vu + vu = vx$ ; minek következtében a nevezett léghullámok találkozásából eredett léghullám' sebességi görbéje  $btgxc$ ; azaz: *ily módon találkozó léghullámok egymást erősítik*. Ha pedig a találkozó léghullámok' keletkezési pontjaik  $a$  és  $b$  (346 rajz) egymástól fél-

346. rajz



hullám hossznyira esnek, az előbbi esetben használt bötük' értelmét megtartván, leend a találkozás által eredett léghullám' sebességi görbéje  $btgax$ ; mert  $qs - qr = qt$ , és  $vu - uv = vx$ ; tehát *az ekkép találkozó léghullámok egymást gyöngítik, és ha egyenlő erősséggel bírnak, egymást megsemmisítik*. Végre ha a találkozó léghullámok' származási pontjaik  $a$  és  $b$  (347 rajz) egymástól félhullám-hossz-

347. rajz



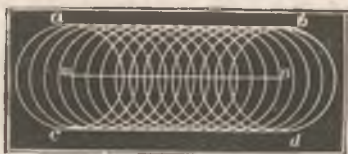
nyinál kisebb távolságra, például  $\frac{1}{4}$  hullámhossznyira vannak: akkor belőlük egy harmadik léghullám alakul, melynek hossza az előbbiekével egyenlő, sebességi görbéje pedig azon rendékek' összege, vagy



különbéke által határozható meg, melyek a találkozó lég hullámok' egyes részecskéiknek sebességét képviselik; így az  $u$  hullám  $q$  pontjában a sebességi rendék  $qt = qr + qs$ ;  $u$  pontjában pedig  $ux = uw - wv$ . Innét látható, hogy ha azon legnagyobb sebesség, melybe a légrészecskék egy rezgés alatt jöhetnek, vagyis a rezgési kitérésük egyenlő marad, a találkozó lég hullámok' keletkezési pontjaik  $a$  és  $b$ , az első esetre nemcsak 1, hanem 2, 3, 4... hullám hossznyira, a másodikban pedig nemcsak  $\frac{1}{2}$ , hanem  $1\frac{1}{2}$ ,  $2\frac{1}{2}$ ,  $3\frac{1}{2}$ ... hullám hossznyira is eshetnek egymástól.

542) Ha  $mn$  vonalnak (348. rajz) egymáshoz igen közel eső pontjaiban egyszerre gömbalakú lég hullámok támasztanak: akkor találkozás által egy, őket körül fogó, üres henger-alakú hullám keletkezik, melynek metszetét  $ab$  és  $cd$  vonalak jelentik. —

348. rajz



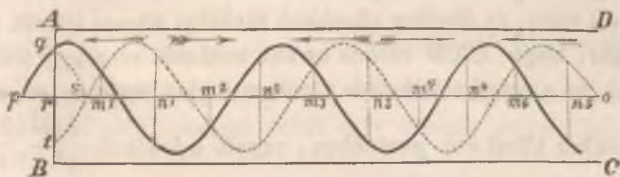
Ennélfogva szabad föltenni, hogy ha egymás mellett létező légrészecskék' sorára valamely haladó lég hullám egyszerre hat, mindegyik légrészecske körül egy üres gömbalakú lég hullám kelet-

kezik, melyek egymással találkozáván, épen olyan alakú hullámot képeznek, a minő az őket létrehozó vala.

Jegyzék. A lég hullámok' visszaverődése, midőn valamely szilárd falba ütköznek, valamint a lég hullám' elhajlási tünetényei is, melyek előállanak, ha a lég hullámokat felfogó falon nyílás létezik, ugyanazon törvények szerint történnek, melyek a folyadékok hullámainak hasonló vezetéti módosításait tárgyaló 484—487 számokban előfordulnak.

543) Ha a visszaverődött lég hullámok' rendszere az eredetiek' rendszerével összeütközik, a találkozás következtében bizonyos helyeken, melyek „rezgési csomóknak“ neveztetnek, és egymástól félhullámnyi messzeségre esnek, a légrészecskék' rezgése teljesen megszűnik, a közöttük létező légrészecskék pedig rezgéseiket nem egymásután mint a haladó hullámoknál, hanem egyszerre és időszakilag ellenkező irányokban végzik, és így valamint a hullámzó folyadékokról mondatott (482), a rezgő léghen is álló hullámok keletkeznek. Ezeknek képződési módja a csök' falaitól határozott léghen legtanuságosabb.

a) Ha egyik végén zárt  $ABCD$  csőbe (349. rajz)  $o$  pontól  $p$  felé léghullámrendszer bocsátatik, annak sebességi görbáját bi-  
349. rajz.



zonyos pillanatra a vastagabb vonallal jelentvén, látnivaló, hogy a cső' fenékén tul rajzolt  $pqr$  hullámrész a fenéktől valódiilag visszaverődik, és mivel részecskéinek rezgési iránya a visszaverődés által ellenkezőre változott, nem  $qrs$ , hanem az 540-dik szám alatti *Jegyzék* értelmében  $rst$  terület által jelentendő; e szerint az  $AB$  fenéktől visszaverődött egész hullámrendszer' sebessége görbáját a pontozott vonal helyesen mutatja. A csőben tehát már most két ellenirányban haladó hullámrendszer létezik, melyek' összetalálkozásából 541 sz. szerint egy uj, az előbbivel egyenlő hosszúságú hullámrendszer támad. Ennek sebességi görbáját meghatározandó könnyen észreveheti, miszerint  $r$  pontban a beeső hullám' részecskéinek  $qr$  vonallal jelentett sebessége ellenkező és egyenlő a visszaverődött hullám' részecskéinek  $rt$  vonallal ábrázolt sebességével;  $r$  pontban tehát az összetalálkozó hullámok' részecskéi egymás' sebességét lerontván, folytonosan nyugszanak; ugy ezen oknál fogva nyugszanak  $n, n^2, n^3, n^4, \dots$  pontokban is; azaz: ezekben rezgési csomók támadnak; a közöttük létező hullámrészek pedig rezgésüket folytatván egymást majd erősítik, majd gyöngítik; ekkép tehát a csőben álló-hullámok képzetnek. Minthogy ezeknek  $n^1$  csomója

a fenéktől  $\frac{l}{2}$ -nyi távolságra esik, ha  $l$  az egész léghullám' hosszát jelenti, mindannyi csomóknak a cső' zárt végétől távolságaik követ-

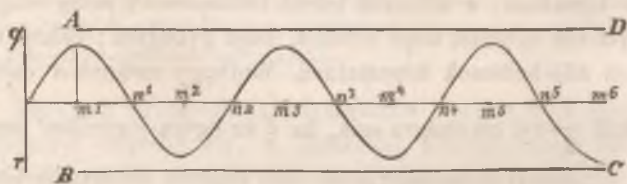
kezendőleg kifejezhetők:  $\frac{l}{2}, \frac{2l}{2}, \frac{3l}{2}, \frac{4l}{2}, \dots$ . Azon rezgési pil-

lanatban, melyre a 349-dik rajz alkalmazható, a képzett állóhullámoknak  $m^1, m^3, m^5$  betűkkel jelelt helyein a légrészecskék legnagyobb sebességgel  $o$ -tul  $p$  felé,  $m^2, m^4$  betűknél pedig ellenkező irányban rezgenek, a nélkül, hogy az által összenyomulást, vagy megritkulást szenvednének;  $n^1, n^3, n^5$ -nél ellenben leginkább meg-

ritkulnak, és  $n^2$ ,  $n^4$ -nél leginkább összenyomulnak a nélkül, hogy ezen betűkkel jegyzett pontoknál a lég helyzetét legkevesbé is változtatná. Félrezgési idő lefolyta után a nevezett pontoknál ellenkező rezgési irány, és illetőleg ellenkező sűrűségi állapot létezik. Eből látható, hogy  $ABCD$  csőben az álló hullámok csak úgy támasztathatnak, ha a rezgő test' hatása a csőben foglalt légre  $m^1, m^2, m^3, m^4$  vagy ezekhez közel eső pontokban, vagyis a fenéktől  $\frac{l}{4}, \frac{3l}{4}, \frac{5l}{4}$ -nyi

messzeségeken eszközöltetik. Ha  $ABCD$  cső oldala  $n^1, n^2, n^3, n^4 \dots$  pontok' valamelyikénél elegendő tárgulatú nyílással láttatik el: akkor többé  $l$  hosszúságú állóhullámok' képződésére nem alkalmas; mert a nevezett pontoknál nyílás által a külléggel közlekedő csőbeni lég kellőleg sem meg nem sűrítettetik, sem meg nem ritkítottatik; ha ellenben a nyílás  $m^1, m^2, m^3, m^4 \dots$  pontoknál tétetnék, vagy mi több, a cső egészen el is vágatnék, az  $l$  hosszúságú állóhullámok' képződése legkevesebbé sem lenne gátolva; mert ezen pontoknál szintugy mint a cső' nyílt végénél a rezgő lég' sűrűsége nem változik. Ennek következtében az egyik végén zárt csőnek, hogy a benne foglalt légből  $l$  hosszúságú állóhullámok támadhassanak, vagy  $\frac{l}{4}$ , vagy  $\frac{3l}{4}, \frac{5l}{4} \dots$  hosszúsággal birnia kell.

b) Ha  $ABCD$  (350 rajz.) cső  $AB$  végénél nincsen elzárva, az  $op$  irányban belebocsátott lég'hullámrendszer, tapasztalás szerint, 350 rajz.



ugy verődik vissza, mintha a cső' végétől  $\frac{l}{4}$  távolságra  $qr$  fenék léteznék. Az első rezgési csomó tehát  $qr$ -től  $\frac{l}{2}$ , a cső'  $AB$  végétől pedig  $\frac{l}{4}$  távolságra, a többi pedig  $\frac{3l}{4}, \frac{5l}{4}$  messzeségnyire esik. Mi-

vel ezen nyílt csőben is a rezgő test csak úgy gerjeszthet álló-hullámokat, ha a légre  $m^2$ ,  $m^3$ ,  $m^4$  . . . pontokban hat, következik: hogy annak, miként benne  $l$  hosszúságú állóhullámok képződheszenek, vagy  $\frac{l}{2}$ , vagy  $\frac{2l}{2}$ ,  $\frac{3l}{2}$ ,  $\frac{4l}{2}$ -nyi hosszúnak lenni szükséges.

Bizonyos számú és hosszúságú álló-hullámok' képződésére alkalmas zárt és nyílt csők' hosszai tehát úgy állanak egymáshoz, mint 1: 2-hez.

*Jegyzék.* Valamint a rezgő szilárd testek a légneműeket rezgési mozgásba hozzák, úgy megfordítva a rezgő lég is a vele érintkező szilárd testekkel közli mozgását, de az ütközési szabályok szerint annál kisebb mértékben, minél nagyobb a lég és szilárd test' sűrűsége közti különbség.

## TOLDALÉK - FEJEZET.

### Hangtan (*Acustica*).

544) Ha a testeknek rezgési mozgása hallmüszereünkkel közöltetik, abban többnyire azon sajátságos benyomás ered, melyet hangérzetnek nevezünk; ennélfogva a hang, tárgyilag véve, nem egyéb, mint a testeknek olyféle rezgési mozgása, mely hallmüszereünkre hatási képességgel bír. A hangróli ismeretek' rendszeres szerkezete egy szóval *Hangtannak* mondatik, melyet e fejezetben előadandók ennek első cikkében tárgyalandjuk a hang' szármozási módját; másodikban a hangok' különféleségét; harmadikban a hang' terjedését; negyedikben pedig annak a hallmüszereünk általi fölfogását.

## I. Cikk.

### A h a n g' s z á r m o z á s i m ó d j á r ó l.

545) A hang' szármozása bármelly anyagú és halmazállapotú testekben eszközölhető, ha azok ütés, ütközés, kocintás, surlás vagy rántás által rezgési mozgásba hozatnak; így valahányszor a szilárd testek összeütődnek, a viz' felületére vízcsöppek hullanak, a szabad léggel bármi módon megsűrített lég elegendő sebességgel összecsapódik, hangot hallani. A testek nagyobb részint csak addig hangzanak, míg reájuk a rezgési mozgást előidéző ok hat, mivel



annak megszüntével részint anyaguk, részint idomuk tulajdonságánál fogva a megkezdett rezgést tovább folytatni képtelenek; némelyek azonban, ha elegendő feszültséggel és alkalmas idommal bírnak, rezgésüket az ok megszünte után is egy ideig folytatják, és így tartós hangot adnak. Ebből láthatni, hogy tág értelemben minden test *hangzó test* gyanánt tekinthető; szoros értelemben vett hangzó testeknek mindazáltal csak azok neveztetnek, melyek rezgéseiket folytatván, álló rezgési hullámokat képeznek; ilyenek a felhuzott húrok és hártványok, melyek a felhuzás által a rezgés folytatására kellő feszültséget nyernek; továbbá a rugonyos anyagú vesszők, rudak, és lemezek, melyek már saját merevénységüknél fogva feszült állapotban vannak; mindezen testek rezgésbe hozatván a 405, 411—418 számok alatt mondottak nyomán, álló rezgési hullámokat képeznek. — A húrok, vesszők, és kisebb területű lemezek önállólag gyöngén hangzanak; mert kisebb felületüknél fogva rezgéseiket a levegővel, és így közvetve hallmüszereinkkel nem igen közölhetik; de ha ezen nevezett hangzó testek más, a rezgésre alkalmas anyagú és idomú testekkel czélszerű közlekedésbe tétetnek, hangjuk meglepőleg erősödik; mert ezek a hangzó test által hasonló rezgési mozgásba hozatván, a hangnak levegővel közöltetését igen elősegítik; illyféle testeket *együtt*-, vagy *velehangzóknak* nevezhetnők. Így p. o. az ugynevezett *hangvilla*, mely nem egyéb, mint egy villaalakra meghajtott *abc* acél rud (351. rajz), *bd* fogantyúval ellátva, ha valamely kemény testhez ütätvén



351. rajz. rezgésbe hozatik, a levegőben gyöngé hangot ad; ellenben élénken hangzik, ha ütés után fogantyúja asztalhoz, vagy egyéb a velehangzásra alkalmas tárgyhöz érintetik. Hasonló oknál fogva a vékony deszkákból készült ládára feszített hur sokkal erősebben hangzik, mint hangzanék, ha falra, vagy valamely kölapra volna feszítve. Ezért van *dobja*, vagy *rezgő alyja* minden hangszernek, melyben hangzó testül húrok, vesszők, vagy keskeny lemezek használatnak, miként ezt nemcsak a hegedűféle hangszerekben, zongorában, hárfaiban, czimbalomban, czitarában, és egyéb húros hangszerekben, hanem az ugynevezett vashegedűben, órahangmüszereben, szalmahangszerben, üvegharmonikában is láthatni. A dob nem egyéb, mint rugalmas vékony deszkákból készült láda, melynek üregében

létező levegő egy vagy több nyílás által a külléggel közlekedik, és ezen ládával tétetnek közlekedésbe a hangzó testek. Ezeknek rezgése rezegteti a dob' rugalmas deszkáit is, ezek pedig a velük érintkező léget, mi által a hangzó test' hangja tetemesen erősül. Hangzás közben a dob' deszkáin rezgési csomók támadnak, s még pedig annál határozottabb szabatossgal, minél többször használatik a hangszer; miből látható, hogy ugyanazon rezgő aly, melly eleinte a hangszerben előforduló rezgésekre kevesbé vala alkalmas, hosszas gyakorlat után alkalmassá válik; innét van, hogy a jól kijátszott hegedűk, zongorák, s egyéb hangszerek az ujaknál jobbak.

*Jegyzék.* A fönnevezett hangszerek többnyire ismeretesbek, hogysem leírásuk igényeltethetnék. a kevesbé ismereteseknek rövid leírása e következő:

a) A *vashegedű* egy félkörény-alakú dobból áll, mellybe félkört képző sorban különféle hosszúságú és vastagságú aczél-vesszők vannak beverve, hogy vonóval mindegyikhez hozzáférni lehessen.

b) Az *órahangszerben* hangzó testül szintén különféle hosszúságú aczél-vesszőcskék használatnak, mellyek egy aczél-lemezből kimetszetvén fésű-alakot képeznek, és miután bizonyos alapra megerősítettvék, egy forgó henger' peczkei által pendítettnek meg. Ezen hangszer is csak úgy fejt ki magából kellemes, és kellő erősségű hangokat, ha valamelly a velehangzásra alkalmas testtel, például asztallal közlekedik, vagy az álló órák' alyszekrényébe helyeztetik.

c) *Szalmahangszer* deszkára fektetett szalma-kötegeken nyugvó fenyő-rudacskákból áll. Minthogy ezeknek két vége és közepe szabadon vagyon, fakalapáccsal megütöttvén nemcsak magok hangzanak, hanem az alattuk létező deszkát is együtthangzásba hozzák. Sokkal erősbek és kellemesbek a nyerendő hangok, ha a farudacsók helyett aczél rudacsok használatnak.

d) *Üvegharmonika* főrészt különféle hosszúságú és szalagalakú üveglemezkék teszik, mellyek vékony deszkákból készült láda' üregében összetartó irányban kifeszített zsinegekre vízahólyaggal, vagy traganf nevű mezgával ragasztva levén, parafakalapáccsal tétetnek hangzókká, és hangjuk a láda' üregébeni lég' együtthangzása által kitünőleg erősbittetik.

546) A hangzó testekhez számíttatik még a csöbken, mellyeket sípoknak nevezünk, vagy egyéb üregekben foglalt lég is, mert ez is, ha czélszerű kezelés által rezgési mozgásba tétetik, önállólag álló hosszrezgési hullámokat képez. Rezgésbei hozása, vagyis megszólamlása háromféleképen eszközölhető.

a) Légfolyam által, ha az a csöben, vagy más valamelly üregben létező légen úgy vezettetik keresztül, hogy az fölvaltva

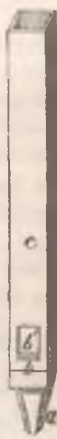
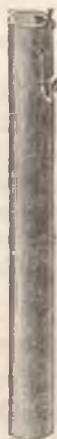
majd összenyomódjék, majd megritkuljon. Így szólamlík meg a lég a *madársípban*, mellyel a vadászok különféle madarak' hangjait utánozzák. Áll az 4''' hosszú, 8—9''' átmérőjű csőből, mellynek a két vége lemez-fenékkel vagyon bezárva, és ezeknek mindegyike mintegy 2'''-nyi átmérőjű lyukkal ellátva. Ha ezen síp' lyukain légfolyam keresztül bocsátatik, az a síp' üregében, mivel a benne létező légnék egy részét magával ragadja, légritkulást okoz, minek bekövetkeztével a külső lég a síp' üregébe tódul, és szokott sűrűségén fölül összenyomódik, a légfolyam folytatásával azonnal ismét megritkulandó, e. i. t. Az ekkép rezgésbe hozott lég a síp' hossza, tágulata, és rajta keresztülvezetett légfolyam' erősségéhez képest különböző hangokat adhat. E nemű síp az is, melly a gőzmozdonyoknál jeladásra használtatik; sőt szájüregünk is füttyülés közben e nemű sípót képez; egyik nyílása az összeszorított ajakok, másik pedig a nyelv és szájpadlás között létezvén, s mind a kettőn a tüdőből jövő légfolyam keresztül hajtván.

b) Hangzóvá tétethetik a cső' üregében foglalt légoszlop, ha a cső' oldalán létező nyílás' párkánya ellen akár a síp hosszmentében, akár arra merőleges irányban légfolyam vezettetik; ez t. i. a nyílás éles párkányán mintegy megtörödvén összenyomul, azután pedig

352. rajz.

353. rajz.

354. rajz.



kiterjed, azaz rezgenni kezd, és az üregben létező levegőt is rezgésbe hozza. E módon szólamlík meg a közönséges síp, ajakos orgonasíp, és fuvolya. A közönséges sípót 352-dik rajz mutatja;

ez egyik végén egész az *a* nyílásig *b* dugaszszal úgy szűkítették meg, hogy fölötte keskeny *c* csatorna maradjon, másik vége pedig a körülményekhez képest vagy nyitva, vagy bedugva legyen. Az ajakos orgonasíp, ha fából készült, 353-dik rajzban; ha ónból, 354-dikben, mind külalakjára, mind belszerkezetére nézve látható; mind e két rajzban *a* a síp' lábát, *b* és *b'* az oldalnyílásának ajkait, *c* pedig a síp' csőjét jelenti, melyben foglalt légoszlop azonnal hangzóvá lesz, mihelyt az orgona' szelládájából a síplábon átvonuló légfolyam *b'* ajakba ütközik. — A fuvolya (355. rajz) többnyire fából készült, egyik végén zárt, másikon nyílt hengeridomú cső, zárt végéhez közel éles párkányú szájlukkal, hossza irányában

355. rajz.



pedig több oldallyukakkal ellátva. Ennek megszólamlását eszköz-lendő légfolyam az *a* lyukhoz illesztett szájból közvetlen a lyuk' párkánya felé ferde irányban fuvatik. Hasonló módon szárhoznak mind azon hangok, melyeket az üres kulesoknál, nyílt palacz-koknál, és egyéb üregeknél tapasztalunk, ha akármi okból keletkezett légfolyam nyílásaikra ferde irányban hat; sőt még a sebesen forgó bűgő-csiga is e módon jön hangzásba.

c) Végre megszólamlík a csőben, vagy egyéb üregekben foglalt lég, ha ezeknek nyílt szájához rezgő test tartatik, mi azonban legkielégítőbben akkor sikerül, midőn a rezgő test' egyes rezgésének ideje a csőben könnyen képződhető álló-hullámok' rezgési idejével megegyez. Így ha alkalmas hosszúságú vagy tágulatú cső, edény, és egyéb üreg' nyílt szája fölé rezgő hangvilla köze-lítettik, az üregbeni lég meglepőleg erős hangot adand. Ha a fön-nebb leirt szalmahangszer, vagy üvegharmonikában használtatni szokott aczélrudacsák és üveglemezek mindegyike alá kellő hosz-zságú, és fölül nyílt cső tételik, azoknak hangja e csőbeni lég' megszólamlásának hozzájárultával minden egyéb együtthangzó test nélkül is igen erősbül. — A csőben foglalt léznek e módóni meg-szólamlásán alapszik mindazon fuvó hangszerek' hangzása, melyek-nek nyelvük van. Legegyszerűbb nyelves hangszer a *doromb*, melynek hangját, ha nyelve rezgésbe hozatik, a szabad légben nem hallhatni, de ha a szájhoz kellőleg alkalmaztatik, rezgő aczél-

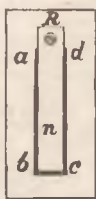


nyelve a szájbani léget hangzóvá teszi. A dorombhoz némileg hasonlít a *szájharmonika*, melly *abcd* (356. rajz) nyílással ellátott *R* rámásból, és a nyílás fölött egyik végénél fogva megerősített rugalmas sárgaréz *n* nyelvből áll; ha ezen nyelv, és ráája között

356. rajz. maradott *ab*, *bc*, és *cd* igen keskeny hézagokon keresztül, miután az eszköz kellőleg az ajkakhoz illesztetett, mérsékelt légfolyam fuvatik, az által a nyelv ráájától mindaddig eltávolíttatik, míg a kihajlás mértéke szerint növekedő rugonyossága a légfolyam' nyomásával egyensúlyba nem lép; ennek beálltával a légfolyam tágabb kifolyást nyervén a nyelvre kisebb nyomást gyakorol, mint előbb, míg t. i. az a ráájában állott; a nyelv tehát rugonyosságánál fogva előbbi helyére ismét visszatér; de

abból a folyásában gátolt, s ennél fogva nagyobb nyomást gyakorló légfolyam által ujonnan eltaszítatik, e. i. t. Ekképen a nyelv, s általa a száj' üregébeni lég is rezgési mozgásba hozatván kellemes hangot ad. Ha több illyféle, de hosszúságra vagy rugonyosságra nézve különböző nyelvek ráájukkal együtt félhenger alakú simított fa-hasáb' lapos oldalára egymás mellé akkép erősíttetnek, hogy mindegyik nyelv alá különös nyíláson a szájból légfolyam bocsáthatassék, kész az ugynevezett *szájharmonika*. — Miként a sípok, üregében létező légoszlop rezgő nyelv által hangzóvá tétethessék,

357. rajz. 358. rajz. a nyelv egy fuvókával szokott egyesíttetni. A fuvóka körülbelül félhenger alakú fa, csont vagy fém *F* hasáb (357. rajz), mellynek lapos oldalán kivájott csatorna *n* rugalmas nyelvvel ugyan gyon befödve, hogy ez *a*-nál a fuvókával mozdulatlanul összekötve lévén, attól *b*-nél valamicskét elálljon. Ha ezen fuvóka, miután valamelly sípnak *c* csőjébe dugatott, szájba vétetik, nyelve fuvás által az imént értelmezett módon rezgésbe jő, és a síp' csőjében létező légoszlopot is megzendíti; így keletkezik a *klarinet*, *oboe* és *fagott* nevezetű sípok' hangzata. Az orgonasípoknál *F*



fúvóka (358. rajz) *d* dugaszon keresztülvezetlén a síp' üregébe légzárólag akkép tolatik, hogy *ab* nyelve a síp' lába felé nézzen. A dugaszon keresztül egy horgas *c* huzal vagyon áttolva, melly a nyelvet *a*-nál a fúvókához szoritván, arra szolgál, hogy általa a nyelv' hosszasága épen akkorává tétethessék, mekkora a síp megszólamlására legalkalmatosb. A *kürtök* és *trombiták'* minden nemei szintén a nyelvés sípokhoz tartoznak, mert azok a levegőnek puszta befúvására hangot nem adnak, hanem csak akkor szólamlanak meg, midőn a félgömb formára kivájt fúvókájukhoz szorított ajakok a befújt légfolyam által rezgési mozgásba hozatnak; e szerint ezekben a rezgő nyelv' szerepét az ajakok viszik.

*Jegyzék.* A sípban rezgő nyelv' rezgési sebessége sokszor igen különbözik attól, mellyel önállólag az egyik végen megerősített vesszők' szabályai szerint (413) rezegne. Ezen tünemény *Weber* szerint azon körülménynek tulajdonítandó, hogy a sípban rezgő nyelv' rezgése egyik felül a befúvott légfolyam' nyomása, másik felül a rezgő légoszlop' lökései által vagy elősegítettik, vagy gátoltatik, és így a nyelv rezgési sebességét a légoszlop' rezgési sebességéhez alkalmaztatja. Hasonló alkalmazkodás még a nem egyenlő sebességgel rezgő szilárd testek között is lehetséges, ha egymással közlekedésbe tétetnek. Ebből értelmezhető *Brequet* óraműves azon tapasztalata, melly szerint két nem épen összevágó járatú órák (*Chronometerek*) bizonyos idő multával egyenlő sebességgel járnak, ha valamelly rugonyos lapra helyeztetnek.

547) A nyelvés sípok között legtökéletesebb az ember' hangműszere. Ennek egyik része a *gög*, porcgyűrűkből alakult légcső, mellynek alsó vége két részre oszolván, a tüdőben igen sok és finom ágakra ömlik szét. Felső végén, melly *gögfejnek* nevezetlik, két félkörény-alakú bőrhártyát, ugynevezett *hangszalagokat* visel; ezeknek görbült széleik a *gögfej'* oldalaihoz növe lévén úgy befödik azt, hogy közöttük csak egy keskeny nyílás marad, melly *hangrésnek* mondatik. Ha ezen keresztül a tüdőből jövő lég csendesen kileheltetik, hang nem szármozik; de ha erővel egyszerre taszítatik az ki, rendetlen hang lesz hallható, mint köhögéskor történni szokott; ha pedig a hangszalagok' tetszésszerinti feszítésével többé kevesebbé szűkített hangrésen mérsékelt sebességű és huzamos légfolyam hajtatik, az által a hangszalagok szabályos rezgésbe hozattatván, a szájüregébeni lég is rendes hangot ad, melly a száznak kisebb vagy nagyobb kinyitásával, nyelvnek, fogaknak, ajakoknak, és a száj' egyéb részeinek, sőt még az orrüregnek is segítségével ízelt szavakká olly sokféleképen módosíthatik, hogy

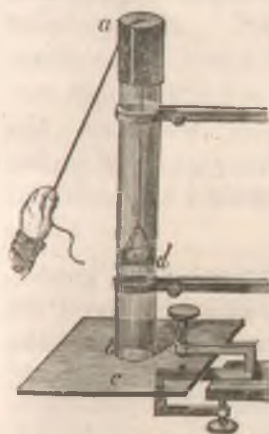
annak valamelly mesterségesen készült szőlőmű általi utánzása, ha talán nem lehetlen is, ekkoráig kielégítőleg nem sikerült. Efféle szőlőművek' szerkesztésével némi eredménynyel legelőször 1770-ben *Kempelen* hazánkfia foglalkozott, ujabban pedig *Willis* Angolhonban, és *Faber* Bécsben kísértették meg azt.

*I. Jegyzék.* Az ugynevezett *hasbeszélői* tehetség nem a levegő' beszívása alatti szólásban, mint némellyek gyanítják, hanem azon csudálatra méltó ügyességben áll, mellyel a hasbeszélő szájának külrészeit lehetőleg keveset mozgatván, nemcsak különböző emberek' beszédmódját, állatok' hangját, és a testek' surlódása, törése, ütközése, repedése, vagy bár minémű változása által támadni szokott hangokat meglepőleg utánozni képes, hanem azokat mind erősségükre, mind egyéb tulajdonságukra nézve akkép bírja módosítani, a mint módosíttatnának, ha valódila azon helyből jönnének, a mellyre különféle mesterséges fogások' használatával hallgatóinak figyelmét már eleve fordítani el nem mulasztja. (Lásd *G e h l e r's Phys. Wörterbuch, I. kötet, 954. lap.*)

*II. Jegyzék.* A tüdővel ellátott állatok' hangműszere általános az emberéhez hasonló, de egyes részeire nézve különféle alkotású; így a madaraknál a hangszalagok, és általuk képzett hangrés nem a gőg' felső végén, hanem alól, hol a gőg a tüdőből kijön, létezik. Az oktalan állatok hangjaikat olly különféle módokon mint az emberek nem módosíthatják, részint azért, mert hangműszerük az emberénél tökéletlenebb, részint mivel értelmi tehetség hiányában levén arra semmi ösztönzést nem éreznek magukban. A bogarak' sziszegése és dongása annak tulajdonítandó, hogy szárnyaik mozgatasakor a testükben létező légsatornák majd összenyomulván, majd kitágulván, rajtuk a lég sebesen majd kifelé, majd belelé tódul, és így rezgésbe hozatik.

548) Akármí módon tétessék a síp' légoszlopa hangzóvá, az nagyobb részint a vesszők' hosszrezgésére vonatkozó, és 414, 415 számok alatt tárgyalt szabályokat követi, és pedig akképen, hogy ha a síp' egyik vége fődött az egyik végén megerősített vesszőnek, ha pedig a síp mind a két végén nyílt, a végeivel szabad vesszőnek hosszrezgési szabályaihoz alkalmazkodik; tehát valamint a rezgő vesszők, úgy a hangzó légoszlopok is majd egy, majd több rezgési csomókat képeznek, mellyekben a légrészecskék nyugszanak, közöttük létező térben pedig az 543-dik számban részletesen előadott módon teszik mozgásaikat. A hangzó légoszlop' rezgési csomói *Hopkins* szerint kísérleti uton is kikutathatók. Evégre legcélszerűbb egy 1,5 ujnyi átmérőjű *ab* üvegcső (359. rajz), melly függélyes állásban megerősítetvén felső végén majd fődött, majd nyílt rézcsővel a végből láttatik el, hogy általa, ha szükséges, kellően meghosszabbíttatván, az alája tartott, és hegedü-vonóval

hangoztatott *c* üvegtáblával egyenlő hangzásba tétethessék. Ennek  
359. rajz.



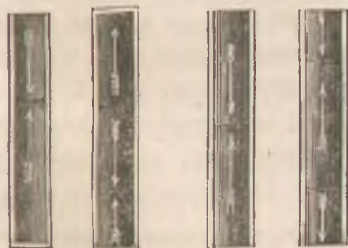
megtörténtével a csöbeni lég' hangzása alatt a *d* rájátszkára illően kifeszített, és finom fővénnyel meghintett hártya vékony fonál vagy huzal segítségével lassanként lejjebb bocsáttatik; a hol a hártyán levő fővény-részecskék majdnem egészen nyugosznak, ott vagyon a csöben rezgő lég' rezgési csomója. Illy módon tett kísérletekből kitetszik: 1) Hogy a légoszlop' rezgési csomóiban a nyugvás nem tökéletes, hanem csak legkisebb a mozgás. 2) Két rezgési csomó' egymástóli távolsága mindig egyenlő  $\frac{l}{2}$ -hez, ha *l* a csöbeni lég' rez-

gési hullámának hosszát jelenti. 3) A cső' szájához legközelebb eső rezgési csomó fődött csöben  $\frac{l}{4}$ -nél valamivel nagyobb, nyílt csöben

pedig  $\frac{l}{4}$ -nyi távolságnál valamivel kisebb, valamint ez a fődött

csöben vagy egy, vagy két csomóval rezgő légoszlopra nézve 360-dik rajzban, a nyílt csöben szintén vagy egy, vagy két csomóval rezgő légoszlopra nézve pedig 361-dik rajzban láthatni.

4) A fődött csöben rezgő légoszlop' hangja akkor legerősebb, ha a  
360. rajz. 361. rajz. cső' hossza páratlan számú



$\frac{l}{4}$ -nyinél valamivel na-

gyobb; ha pedig ezen hossz-  
zaság akár rövidítve, akár  
hosszabbítva változtatik, a  
hang erősségéből veszít, és  
leggyöngébbé válik, midőn  
a cső' hossza páros számú

$\frac{l}{4}$ -hez közelít. Nyílt cső-

veknél az ellenkező áll. Ebből következtethetni: hogy bizonyos  
hosszaságú, és csöben foglalt légoszlop valamelly önállólag rezgő



test által bármely hosszaságú lég hullámok' képzésére kényszeríthetetik; ilyenkor t. i. a csőn kívüli lég is némileg az álló hullámok' képződéséhez járul.

## II. Czikk.

### A hangok' különféleségéről.

549) Mivel a hang csak a testek' rezgéseiben áll, gondolhatni, hogy a hangok' különféleségének részint a bizonyos idő alatt végzett rezgések' számában, részint a rezgések' módosításában alapulnia kell; az első tekintetben vett hangkülönbség *mennyiségi*, másodikban *minőséginek* mondatik.

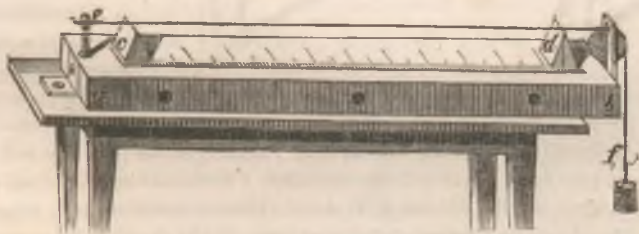
a) Mennyiségre nézve a hangok *egyszerűk* vagy *összetettek*. Az egyszerűk csak egy rezgésnek felelnek meg; ezek tehát olly testek által származnak, mellyek rezgésbe hozatván egy rezgésnél többet végezni nem képesek, s azért igen rövid ideig tartók; illy hangok például a *koppanás*, *pattanás*, *durranás*, *csattanás*. Az összetett hangok ellenben több, és egymást olly sebesen követő rezgések által keletkeznek, hogy egyiknek a hallmüszereinkre okozott benyomása a másiktól határozottan meg nem különböztethető. Ezek, ha a rezgések egymásutáni következtében semmiféle szabályosság észre nem vehető, *ropogás*, *zörgés*, *dörgés*, *csörgés*, *morgás*, *zugás* nevezetek alatt ismeretesek. Ha pedig a hangzó test rezgéseiben bizonyos egyneműség és szabályosság uralkodik, millyen a hangzó húrok, vesszők, lemezek és sípoknál észrevehető: akkor a származott összetett hang *csöngés* vagy *zöngés*-nek (Klang) mondatik; és ha benne 1 mpercz alatt végzett rezgések száma vétetik tekintetbe, *zöngé* (Ton) nevet visel. Minthogy mindezen nevezetű hangok között csak a zöngé az, melly szabályszerű rezgések által származik, ez teendi jelen czikknek főtárgyát.

b) Minőség tekintetében a hangok' különfélesége kimeríthetlen; mert még az ugyanazon sebességű rezgések által származott zöngék is minőségre nézve egymástól különbözök, ha különféle anyagú, alakú, és egyéb tulajdonságú hangzó testekből veszik eredetüket. Így például a hegedű, zongora, hárfa, trombita, fu-

volja, klarinét, orgonasíp, és más hangszerek által nyert ugyanazon zöngé sajátságos, és szóval ki nem fejezhető minőségi különbséggel bír. Ezen leírhatlan tulajdonságnál fogva csaknem minden ember' hangja igen észrevehetőleg különbözik a másiktól; ezen alapszanak illyféle kifejezések: *dong, kong, peng, suhog, sziszeg, susog, bög, nyerít, visít, sikít, csikorog, nyöszörög*, stb. mellyek ámbár nagy számmal találhatók nyelvünkben, a hang' minden lehetséges minőségi módosításainak kitételére korántsem elegendők. —

550) Mivel a zöngé oly hang, melly 1 mpercz alatt bizonyos számmal végzett rezgések által származik, az pedig a hangzó test' rezgési sebességéhez képest igen különböző, következik: hogy mennyiségi tekintetben a zöngék igen különfélék. E tekintetben a zöngék *mély- és magosakra* osztatnak. A magosabb zöngé ugyanazon idő alatt végzett rezgések' nagyobb számától, a mélyebb pedig azoknak kisebb számától függ; mi az *egyhurony* (Monochordon) nevezetű, és 362-dik rajzban ábrázolt hangszer' segítségével

362. rajz.

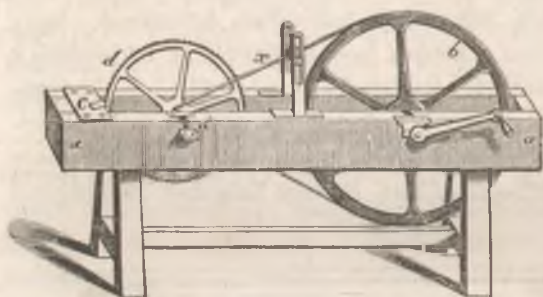


legegyszerűbben bebizonyítható. Áll ez egy körülbelül 2 lábnyi hosszú *ab* ládából, mellynek felső lapján *c* mozdulatlan, és *d* ide s oda tolható hurláb (Steg) látható; ezekre feszítetik ki az *e* pontban megerősített, és *f*-nél súlylyal terhelt húr, mellynek rezgő részét a *c* és *d* lábak közti tér ujjakban és vonalokban pontosan jelenti. Ezen kísérlettel tett kísérletek nyomán bizonyos: hogy a különben egyenlő körülmények mellett a húr' zöngéje annál magosabb, minél kisebb a húr' hosszasa és átmérője, és minél nagyobb a húrt feszítő terhelménynek négyzetes gyöke; már pedig a húr' rezgéseinek száma szintén ugyanezen körülmények' arányában növekszik (407); tehát minél nagyobb a húr által bizonyos idő alatt végzett rezgések' száma, annál magosabb ezen rezgéseknek megfelelő zöngé. Ha

azonban a rezgő test' egyszerű rezgéseinek \*) ámbár elegendő erélyességgel 1 mpercz alatt végzett száma 48000-nél nagyobb, vagy 16-nál kisebb: akkor *Savart* kísérletei nyomán többé zöngé nem, hanem első esetben sugás vagy sziszegés, másodikban pedig egymástól megkülönböztethető egyszerű hangok' vagy inkább ütések' sora léssen hallható.

*Jegyzék.* *Savart* az imént említett kísérleteiben, a 363-dik rajzban látható készüllettel élt, mellyben *aa* egy tetemes súlyú, és tölgyfából készült állvány; *b* egy 5,7 lábnyi átmérőjű kerék forgattyúval; *d* 30,3 hüvelyknyi átmérőjű sárgaréz kerék, körületére 720 rézsún metszett fogakkal. Ezen kerék ten-

363. rajz.



gelyén létezik egy *a* *b* kerék' átmérőjénél 10-szer kisebb átmérőjű korong, melly vég nélküli *x* zsinag által *b* kerékkel összefoglalva lévén, ennél ugyanazon idő alatt tízszer több fordulatot tesz. — *d* kerék fogainak irányába *c* hajlékony levelke ugy-

vagyon illesztve, hogy a forgásba hozott *d* kerék' fogai bele ütközzenek; ez által *c* levelke *d* keréknek egy fordulata alatt 720-szor helyéből kiüttetvén, és rugékonyságánál fogva azt ugyanannyiszor visszafoglalván 1440 egyszerű rezgést teend; ha tehát *b* kerék 1 mpercz alatt 4 fordulatot tesz, *d* kerék teend 40-el, és így *c* levelke 40-szer 1440 azaz 57600 egyszerű rezgést végezend. Végre *d* keréknek tengelyével összeköttetésben áll egy kerék műszer, melly a bizonyos idő alatt végzett rezgések' számának biztos mutatójául szolgál; ennek részletes leírása azonban alább a *Siren* nevezetű hangszer tárgyalásában forduland elő. Ha ezen készüllet segítségével *c* levelke elegendő sebességű rezgésbe hozatik, az 1 mpercz alatti rezgéseknek megfelelő zöngé léssen hallható, melly a kerék' növekedő sebességével folytonosan emelkedik. Egy mpercz alatt 9000-

\*) A rezgő testeknek azon mozgása mondatik egyszerű rezgésnek, melly által a levegőben egy lég hullám hozatik létre; ennél fogva valamelly kifesztett húrnak, vagy egyik végén megerősített rugonyos levelkének minden egy irányban végzett rezgő mozgásai, például jobbra vagy balra tett kitérései egyszerű rezgések; mert mindegyik' bevégezése alatt a kitérő rezgő test előttösszenyomatván, utána pedig megritkittatván a levegő, egy egész lég hullám keletkezik.

nél nagyobb számú egyszerű rezgések már éles és hallásra kellemetlen zöngét nemzenek, s azért ezek a zenében nem használatnak. Ha pedig az 1 mpercz alatt végzett egyszerű rezgések' száma körülbelül 48000-et meghalad, akkor a zöngé- nemzés, mint már fönebb említettett, megszűnik, és csak sziszegés vagy sugás hallatik. A lehetséges legmélyebb zöngére megkívántató egyszerű rezgések' számát *Savart* ezen készüllettel, mint eddig leiratott, meg nem határozhatta; mert *d* keréknek fogai *c* levelkére sokkal gyöngébb ütésekkel hat, hogy sem azok, ha nem igen számosak, a hallmüszerre folytonosnak tetsző benyomást gyakorolhatnának; ennekokáért *Savart* *d* kerék helyébe a tengelyre 2,5 láb hosszú és 2 ujjnyi széles vasrudat alkalmazott (364. rajz), a készüllet' áll-

364. rajz.



ványára pedig mind a két felül deszkákat akkép erősített, hogy a közöttük maradt résen a forgásba hozott rud minden összeütközés nélkül általmehessen. Valahányszor ezen résen a forgatott vasrud keresztül vágott, mindannyiszor pattanásféle hang vala hallható; a mint pedig a forgási sebesség növekedtével a mondott résen 1 mpercz alatt történt keresztülvágások száma 8-at elérte, az egyes pat-

tanások meglepőleg erős, és mély zöngévé folynak össze. Minthogy pedig a megütött lég minden ütésre két egyszerű rezgést végez, látnivaló, hogy az eddig létrehozott legmélyebb zöngé 16 egyszerű rezgésnek felel meg.

551) Ha azon számtalan zöngék közül, melyek rezgések' számára nézve a legmélyebb, és legmagosabb zöngék között foglaltatnak, egy a végből választatik, hogy vele a többi mélysége vagy magossága összehasonlittathassék, az *alapzöngének* mondatik. Legyen illy alapzöngé az, melyet bizonyos az egyhuronyon kifeszített húr ad, midőn egész hosszaságában csomónélküli keresztrezgéseket végez. Ha ezen húr feszültségének maradtával egy húrláb által két egyenlő részre osztván, egyik fele rezgővé tétetik, egy zöngé léssen hallható, melly ámbár az alapzöngénél jóval magosabb, avval mindazáltal kitünő hasonlatossággal bír, és az alapzöngé' *nyolczadikának* (octav) neveztetik; mivel a közöttük lehetséges zöngék' sorából a zenészetben még más hat ugynevezett *főzöngék* használtatnak, melyek egymást követve *diaton* *zöngmenet*, *zönglejtő* vagy *zönglepteknek* mondathatnak, és a fülre kellemes hatást gyakorolnak. Ezek az alapzöngétől távolság szerint *második*, *harmadik*, *negyedik* stb. zöngének mondatván, bizonyos betűkkel úgy jegyeztetnek meg, hogy ha az alapzöngé *C*: akkor következők *D*, *E*, *F*, *G*, *A*, *H* nevet viselnek; a nyolczadik *c*-vel, és az utána következők *d*, *e*, *f*, *g*, *a*, *h*, betűkkel; a *c*-nek nyolczadika *c̄*, az utána következő hat zöngé pedig az előbbi, de fölül szintén egy kereszt-



vonással jegyzett betűkkel, és így tovább jelettenek; e szerint a zenészetben használtatni szokott legmagosabb nyolczad' zöngéi öt keresztvonásu betűkkel vannak jelelve. — A *C* betűvel jelelt zöngé alatti első nyolczad' zöngéi *C, D, E* ..... ezek alatt létezök pedig *C, D, E* .... betűkkel jegyeztetnek. A zenészetben használtatni szokott zöngék tehát körülbelül *C* és *c* jegyű zöngék között léteznek, és mintegy 9 egész nyolczadra terjeszkednek.

552) Mivel a zöngék' mélysége vagy magossága az 1 mpercz alatt végzett rezgések' számától függ (550), ez teszi a zöngéknek ugynevezett *számértékét*; melyet következendőleg lehet meghatározni. Az egyhuronyon kifeszített, és *C* zöngét adó húrnak hossza, melly 1-nek vétetik, a mozgékony húrláb által mindaddig megrövidítettetik, míg sorjában *D, E, F, G, A, H, c* zöngéket kellő tisztasággal nem hangoztatja; ha minden egyes zöngé' létrehozása után a húr' hossza pontosan megmértetik, leendnek a nevezett zöngéknek megfelelő húr-hosszak:

*C, D, E, F, G, A, H, c*;

1,  $\frac{8}{9}$ ,  $\frac{4}{5}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ ;

ugy de a bizonyos idő alatt végzett rezgések' száma megfordított viszonyban áll a húrnak hosszával (407. b); tehát a nevezett zöngéknek megfelelő számértékek viszonyos számokban a következők:

*C, D, E, F, G, A, H, c.*

1,  $\frac{8}{9}$ ,  $\frac{4}{5}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ .

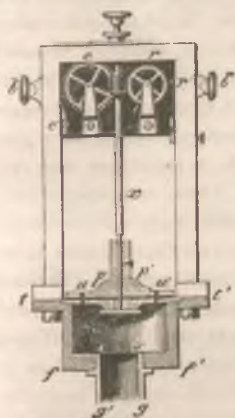
Vagy ha *C* zöngének megfelelő rezgések' száma 24-hez egyenlőnek vétetik, leend a többi zöngéket illető számérték egész, de csak viszonyos számokban kifejezve.

*C, D, E, F, G, A, H, c.*

24, 27, 30, 32, 36, 40, 45, 48.

Ha czélszerű kísérlet által pontosan meghatároztatott azon rezgések' általános mennyisége, mellyek a nevezett zöngék' valamelyikének származására 1 mpercz alatt szükségesek: akkor a többi zöngék' számértéke is egyszerű számvetéssel általános rezgési számokban könnyen föltalálható.

**Jegyzék.** Az egyes zöngéket illető 1 mpercz alatti rezgések' általános mennyisége *Cagniard de la Tour* által föltalált *Siren* nevű készüllet' használatával legpontosabban meghatározható. Szerkezete a következőzö  $u'ff'$  (365. rajz) sárgarézből készült henger- idomú, 2 vagy 3 ujjnyi széles, és 1 ujjnyi magos szekrény, melynek fenéknyílásába  $ss'$  szélesű van csavarva;



365. rajz.



$u'$  fűdél, melynek felszine lapos és sima, egy kört képző és egymástól egyenlő távolú nyílásokkal vagyon ellátva (366. rajz), ezeknek átmérője az őket elválasztó közöknél valamivel kisebb.  $pp'$  (366. rajz) egy az  $x$  tengelylyel együtt forogható körlemez, melynek alszine lapos és sima lévén  $u'$  fűdélaphoz akkép van illesztve, hogy fölötte minden surlás nélkül foroghasson; ezen körlemez szintén kört képző  $uu'$  nyílásokkal bir, melyek a fűdéllyílásoknak mind számra, mind nagyságra, és egymástól távolságra nézve tökéletesen megfelelnek. E szerint ha a körlemez forgásba tétetik, a fűdél lyukai ugyanazon időpontban vagy mindannyian nyitvák vagy mindannyian zárvák, a mint t. i. a körülforgó lap' nyílásai a fűdélnek vagy nyílásaira, vagy ezek közti térekre esnek. Hogy  $pp'$  körlemez a  $u'ff'$  szekrénybe fújt légfolyam által sebes forgásba hoztassék, az  $uu'$  és  $vv'$  nyílások akkép vannak furva, miszerint irányai a kör és fűdéllyap' színével körülbelül 45 foknyi, egymással pedig az

összeesési pillanatban csaknem ép szögletet képezzenek (366. rajz.); ez által a fűdéllyap' nyílásain kitóduló légfolyam a körlemez' nyílásainak oldalába egyenesen ütközvén azt forgásba hozza. Miként az  $uu'$  és  $vv'$  nyílásoknak bizonyos idő alatt történt összeesési számát maga a készüllet szabatosan megmutathassa,  $x$  tengely a felső végén látható végetlen csavarral vagyon ellátva, melynek me- netei  $rr'$  100 fogú kerékbe kapaszkodnak, és azt a körlemez' százszoros megfordulása alatt egyszer egészen körülfordítják;  $cc'$  szintén 100 fogu kerék, mely  $rr'$  keréknek minden fordulására az  $rr'$  kerék tengelyéből kiálló kar által csak egy foggal taszittatik tovább. E kereknek' tengelyei hegyes mutatókkal vannak ellátva, melyek a szabályosan felosztott  $dd'$  körlemezeken (367. rajz.) a bizonyos idő alatt végzett fordulatok' számát mutatják. Ezen mutatókat hozzájuk tartozó kerekeikkel együtt tetszés szerint mozgásba hozhatni, vagy megállíthatni; mert  $b$  gomb benyomására  $rr'$  kerék fogaival a végetlen csavarba vág,  $b'$  gomb benyomására pedig attól felszabadíttatik, és az előbb nyert sebessége azonnal megszüntetik. — Miként ezen eszköznek mint hangszernek működése érthetővé legyen, tegyük föl, hogy a körlemez tiz, a fűdéllyapon pedig csak egy nyílás vagyon; világos, hogy a kör-

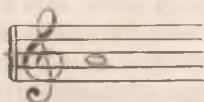
367. rajz.



ezzen eszköznek mint hangszernek működése érthetővé legyen, tegyük föl, hogy a körlemez tiz, a fűdéllyapon pedig csak egy nyílás vagyon; világos, hogy a kör-

lapnak egy fordulata alatt a fődélap' nyílása 10-szer fűdetik be, és annyiszor nyitattik föl; tehát a légesön bebocsátott légfolyam a körlap' egyfordulata alatt 10-szer föltartóztatik, és 10-szer szabad átmenetet nyer. Minthogy első esetben a légnek összenyomódnia, a másodikban pedig megritkulnia, tehát két egyszerű rezgést tennie kell, látnivaló, hogy ha a körlap, 1 mpercz alatt 1,10,100 fordulatot tesz, a lég ugyanazon idő alatt 20, 200, 2000 egyszerű rezgést végez, és így hangot adand, melly a körlap' sebességének növekedtével a legmélyebb zöngétől a legmagosabbikig emelkedhetik. Ha a fődélapon nem egy, mint eddig föltettük, hanem szintén 10 nyílás létezik, a hang magosságára nézve mitsem változván, 10-szer erősbül. Figyelemre méltó, hogy a *Siren* hangja némileg az emberi hanghoz hasonlít, ha a nyílásokat elválasztó közök kicsinyek, ha pedig azok nagyok, a trombita' hangjára emlékeztet. — Ezeknek előre bocsátása után bizonyos zöngének, például  $\bar{a}$ -nak (368. rajz), mellyet a hangvillák adnak, megfelelő rezgések általános száma ekképen határozottatik meg.

368. rajz.



Egy e célra készített szelládával közlekedésbe tétetik egy orgonasíp, mellynek hangja a hangvillával megegyez, a szelládával hasonló közlekedésbe hozatik a *Siren* is szélesövénel fogva, azután a fujtató által eszközölt légfolyam' erőssége a fujtatóra rakott terhelmények által mindaddig módosittatik, míg a *Siren*ből származó zöngé a síp' zöngéjével össze nem esik. Ekkor ugyanazon időpontban mind a *Siren* mind egy

*időmérő* (Chronometer) mutatója az illető gomb megnyomásával felszabadíttatik, hogy amaz által a rezgések, emez által pedig a rezgések alatti mperczek' száma kitudassék, és bizonyos idő multával mind a kettő ismét megállítatik. Az ekkép kitűnt rezgések' számának a mpczek' számávali elosztásából keletkező hányados az 1 mperczre eső rezgések' számát adandja. Illyféle kísérletek' nyomán a hangvilla  $\bar{a}$  nevű zöngéjének 880 egyszerű rezgés felel meg.

553) Az egy nyolczadban létező zöngék' számértékéből kitűnik, hogy azoknak egymástóli távola nem egyenlő; ugyanis ha mindegyik zöngé' számértéke az előttevaló zöngének számértékével elosztatik, különböző hányadosok erednek, mellyek *zöngétáv* nevet viselnek.

Igy:

$$D : C = \frac{9}{8} : 1 = \frac{9}{8}$$

$$E : D = \frac{5}{4} : \frac{9}{8} = \frac{10}{9}$$

$$F : E = \frac{4}{3} : \frac{5}{4} = \frac{16}{15}$$

$$G : F = \frac{3}{2} : \frac{4}{3} = \frac{9}{8}$$

$$A : G = \frac{5}{3} : \frac{3}{2} = \frac{10}{9}$$

$$H : A = \frac{15}{8} : \frac{5}{3} = \frac{9}{8}$$

$$c : H = 2 : \frac{15}{8} = \frac{16}{15}$$

a  $\frac{9}{8}$  viszony *nagy egész*,  $\frac{10}{9}$  *kis egész*,  $\frac{16}{15}$  *nagy fél zöngétávnak* mondatik; mert van még egy *kis fél zöngétáv* is  $= \frac{25}{24}$ -hez; illy távol

létezik például a *D* és *E* közé eső zöngé (melly *E*-től *Es* nevet visel) és *E* között; mert ennek számértéke lévén  $\frac{3}{4}$ , amazé pedig  $\frac{5}{4}$ , leendő  $\frac{3}{4} : \frac{5}{4} = \frac{3}{5}$ . Ennélfogva *C* és *D* (1 és 2-dik), *F* és *G* (4-dik és 5-dik), *A* és *H* (6-dik és 7-dik) zöngék közti táv egész; *D* és *E* (2-dik és 3-dik), *G* és *A* (5-dik és 6-ik) közti kis egész; *E* és *F* (3-dik és 4-dik), *H* és *c* (7-dik és 8-dik) közti táv pedig nagy fél. A zenészeti gyakorlat azonban kis és nagy egész, valamint a kis és nagy fél zöngétávok között nem tesz különböztetést.

554) Midőn nyolcz egymásután következő zöngék közti távok azon rendet képezik, mely a főnebb irt *C, D, E, F, G, A, H, c* zöngék' távsorában látható: akkor azon zöngék' sora *kemény zönglejtőnek* (dur) mondatik: ha pedig nyolcz zöngé egymást azon távok' rendé szerint követi, mely az *A*-nál kezdett zöngé-sorban létezik: akkor azon zöngesor *lágú zönglejtő* (moll) nevét viseli. — Az eddig nevezett zöngék, ha kemény vagy lágú hanglejtő' képzése végett közülök *C* és *A* zöngéken kívül alaphangul más valamellyik vétetik, elégtelenek, és több más közibök szurandó zöngék szükségeltetnek. Így ha a zöngék' nyolczadát *G*-n volnék kezdendő, a nevezett hangok e sorban követnék egymást: *G, A, H, c, d, e, f, g*, mely nem valódi diatoni zönglejtő; mert *e* az *f*-hez (6-ik a (7-dik-hez) csak féltávolságra van, holott egészre tartoznék lenni; *f* a *g*-hez (7-dik a 8-dikhoz) pedig egész távolságra van, holott félre tartoznék lenni. E két hibán egyszerüen az által segíthetni, ha *f* félzöngétávval fölebb emeltetik, vagyis *e* és *f* közti zöngétáv  $\frac{2}{24}$ -el szoroztatik. Még több illyféle emeléseket kell tenni, ha alapzöngéül *D, A, E, H* stb vétetnek föl. Ha pedig olly zöngé vétetik alapul, mely a *C* alatti 5-dik zöngék' sorába esik, például *F*: akkor némelly zöngéket félzöngétávval alább kell nyomni, tehát a lenyomandó zöngének az alatta létező szomszéd zöngétől távolát  $\frac{2}{25}$ -el szorozni. Példaul *F, G, A, H, c, d, e, f* zöngesor nem maradhat meg; mert 3-dika a 4-dikhez egész távolságra van, pedig csak félre tartoznék lenni, és 4-dike az 5-dikhez félre van, holott egészre tartoznék lenni: mind a két hibán egyszerre segíthetni, ha *H* a mondott módon félzöngétávval lejjebb szállítatik. A fölemelt zöngék kimondásban a neveikhez ragasztott *is* szótaggal, írásban *#* jeggyel, a lenyomottak pedig *es* szótaggal, és *b*-vel jegyeztetnek meg; például *Cis, Dis, Fis . . . Ees, Ges, Aes, Hes . . .* E szerint



minden nyolczad' határai között 22 zöngé létezik, melyeknek sora viszonyos számértékeikkel együtt a következő táblában látható.

**Egy nyolczad' határai között előforduló zöngék'**

Nevezete	Viszonyos számértéke		Nevezete	Viszonyos számértéke	
	közönséges törtszámokban	tizedes tört számokban		közönséges törtszámokban	tizedes tört számokban
C	1	1,00000	Ges	$\frac{36}{25}$	1,44000
Cis	$\frac{25}{24}$	1,04166	G	$\frac{3}{2}$	1,50000
Des	$\frac{27}{25}$	1,08000	Gis	$\frac{25}{16}$	1,56250
D	$\frac{9}{8}$	1,12500	Acs	$\frac{4}{3}$	1,60000
Dis	$\frac{75}{64}$	1,17187	A	$\frac{5}{3}$	1,66667
Es	$\frac{6}{5}$	1,20000	Ais	$\frac{125}{172}$	1,73611
E	$\frac{5}{4}$	1,25000	Hes	$\frac{9}{5}$	1,80000
Eis	$\frac{123}{96}$	1,30208	H	$\frac{15}{8}$	1,87500
Fes	$\frac{32}{25}$	1,28000	His	$\frac{125}{64}$	1,95313
F	$\frac{4}{3}$	1,33333	ces	$\frac{4}{3}$	1,92000
Fis	$\frac{25}{18}$	1,38889	c	2	2,00000

Minthogy két oly zöngé, melyeknek egyike bizonyos zöngének féllel emeltetése, másika a szomszéd felsőnek féllel lenyomása által származott, mint például *Cis* és *Des*, *Fis* és *Ges* egymástól igen keveset különböznek: a zenészetli gyakorlatban csak egyértékű zöngé gyanánt vétetnek; ennél fogva az egy zöngé-nyolczad' határai között elősorolt 22 zöngé' száma a következő 13-ra száll: *C, Cis, D, Dis, E, F, Fis, G, Gis, A, Ais, H, c*, melyek egymásután következvén az ugynevezett *chromatikai hanglejtőt* alakítják.

**Jegyzék.** Ha azon hangszerekben, melyekben minden előfordulható zöngének különös húr, síp, vessző, vagy lemez felel meg, a hangolás oly pontos szigorúsággal tétetik, hogy nem mellőzvéen még a legkisebb különbözőségeket is, minden egyes zöngé a diatoni hanglejtőre meghatározott számértékével (553) birjon, tapasztalhatni, miként a le vagy fölfelé következő nyolczadok' zöngéi mind inkább eltávolznak az alaphangtoli tiszta viszonytól. Így például ha *C*-ből tiszta ötödökön akarnánk fölfelé menni, az első tiszta ötödnek *G*-nek számértéke  $\frac{3}{2}$ ; a másodiknak *d*-nek  $(\frac{3}{2})^2 = \frac{9}{4}$  (mert *C* alapzöngé úgy van az ötödikhez *G*-hez, mint ez a reá nézve ötödikhez *d*-hez, tehát az illető számértékeket helyettesítvén  $1 : \frac{3}{2} = \frac{3}{2} : d$ ; honnét  $d = \frac{9}{4}$ ); hasonló oknál fogva a harmadik tiszta ötödnek *a*-nak számértéke lesz  $\frac{27}{8}$ ; minthogy pedig *a* egyszersmind nyolczadika a *C*-hez hatodik zöngének *A*-nak, melynek számértéke  $= \frac{5}{3}$ , *a* számértéke kétszer akkora leendő, azaz  $= \frac{10}{3}$ , és így ha *a* tiszta ötödik volna

a C alaphangjára nézve is, ezen egyenletnek állani kellene  $\frac{2}{3} = \frac{1}{3}$ ; már pedig nem áll; mert ha ezen tört számok egyenlő nevezőkre vezetvén, az első leendő  $\frac{8}{24}$ , a második  $\frac{80}{24}$ ; következőleg már a harmadik ötödnél is hiba származik, melly fölebb menve még inkább növekedik. Mivel e szerint ugyanazon zöngé egyszersem mint nyolczadik, és mint ötödik tiszta nem lehet, ezeknek azonban a tiszta viszonytól eltérésük a zenében kiállhatlan lenne: a fönnt érintett tulajdonságú hangszerek' hangolásakor a származandó hiba minden nyolczadnak egyes zöngéi között vagy egyenletesen, vagy egyenletlenül osztatik föl, melly felosztás *mérséklet* (temperamentum) nevet visel. Az egyenletes mérséklet által egy zöngé sincs tökélyes tiszta ötöd viszonyban az alaphangjához; az egyenletlen mérsékletben pedig csak némelly többször előforduló alaphangok' tisztaságára fordítatik több gond, de akkor a többi a kellő tisztaságtól annál inkább eltér.

555) Ha egyszerre több zöngék' rezgései hatnak hallmüszereinkre, abban vagy kellemetes, vagy kellemetlen érzést támasztanak; első esetben *összhangzó*, másodikban *széthangzó* zöngéknek mondatnak. A tapasztalás tanítja, hogy csak azon zöngék összhangzók, mellyeknek számértékei egymással összemérhetők, vagyis mellyeknek megfelelő rezgések bizonyos, és egymásután korszakilag következő időpontokban összeesnek, és pedig annál kitünöbben összhangzók, minél gyakoriabb az illető rezgések' összeesése. Így az alaphangjával leginkább összhangzó annak nyolczadika; mert annak rezgési száma = 1, ennek = 2 lévén, látnivaló, hogy annak minden egyes rezgésével ennek minden második rezgése egyszerre végződik. Az alaphangjávali összhangzásban nyolczadik után az ötödik következik; mert ezen viszonytól fogva  $1 : \frac{1}{2} = 2 : 3$ , mellyet számértékeik adnak, kitünik, hogy ugyanazon időcske alatt az alaphangjé' rezgéseiből 2, az ötödikéből pedig 3 végződik. A 4-diknek, 3-diknak, és 6-diknak az alaphangjávali összhangzásaik kielégítők, minthogy az alaphangjé és ezek' számértékéből eredett eme viszonyok 3 : 4, 4 : 5, és 3 : 5 még elég egyszerűek arra, hogy a megfelelő rezgések' összeesése észrevehető legyen. A 2-dik és 7-dik zöngék már széthangzók; mivel számértékük az alaphangjávali illetőleg 8 : 9, és 8 : 15 kevesbbé egyszerű viszonyokat képeznek. Kettőnél több ugyanazon időben támasztott összhangzó zöngék *összhangzat* (accord) nevét viselik; legegyszerűbb és legkellemesebb a hármos összhangzat, ha ez az alaphangjából, harmadik és ötödikből áll. Bizonyos időmérték szerint egymásután következő egyes zöngék, vagy összhangzatok' sora *zengelemnek* (melodia) mondatik.

*Jegyzék.* A zöngék' összhangzása mintegy láthatóvá tétethetik, ha mind-egyiknek ugyanazon időre eső rezgési száma egyenlő távolságú, és külön sort képző pontokkal jelentetvén, az egyes sorok kellően egymás alá iratnak, az összes rezgéseket jelentő pontok pedig csillagokra változtatnak, miként a következő példában láthatni.

Alapzöngé	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
Nyolczadik	*	.	*	.	*	.	*	.	*	.	*	.	*	.	*
Ötödik	*	.	.	*	.	.	*	.	.	*	.	.	*	.	*
Harmadik	*	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	*

556) Két tartós és erős zöngék' összhangzásakor nem ritkán még egy harmadik mélyebb zöngé is hallatik, melly *Tartinféle* vagy *összevetési zöngének* (Combinationston) mondatik. Ennek értelmezéseül képzeljünk két orgonasípot, mellyeknek egyike az alapzöngét  $\bar{c}$ -t, a másika ennek harmadikát  $\bar{e}$ -t adja, hangzóvá tételni; mivel amannak számértéke ugy vagyon emezéhez, mint 1:3, vagy mint 4:5 (552), következik, hogy az elsőnek minden 4-dik rezgése az utolsónak 5-dik rezgésével össze fog ütni, és a fülre akképen hatni, mintha egyszersmind egy harmadik zöngé hangzanék, melly míg az alapzöngé 4 rezgést végez, csak 1 rezgést tenne, és így az alapzöngénél két nyolczaddal mélyebb. Ha az együtthangzó zöngéknek 1 mperczre eső rezgéseik egymástól keveset különböznek, az összevetési zöngé nem lesz hallható; mert rezgéseiknek összeütése 1 mpercz alatt kevészer, nevezetesen csak annyiszor történhetik, a mennyi rezgéssel az 1 mperczre eső rezgéseik különböznek egymástól; de igen is hallható a rezgések' összeütési pillanatában a zöngék' erősbülése, melly *hangütésnek* vagy *lebegésnek* (Schweben) mondatik. Ezen hanglebegési tünemény két csaknem ugyanazon zöngét adó hangvillánál is észrevehető, ha egyenmértékű palaczkok szája fölé tartatnak, az állandó hangú szerek' hangolása-akor eszközöndő mérsékletre pedig mintegy irányjelül szolgál; innét van, hogy az 554-dik szám alatti *Jegyzékben* előforduló hangmérséklet *egyenletes* vagy *egyenletlen lebegésűnek* is (gleich oder ungleich schwebende Temperatur) mondatik.

557) Mivel a magosabb zöngé nagyobb, a mélyebb kisebb ugyanazon idő alatt végzett rezgések' számától függ (550); a húrok' keresztrezgésére nézve pedig 407-dik szám szerint áll:

$$N : n = \frac{1}{LD} \sqrt{\frac{Q}{S}} : \frac{1}{ld} \sqrt{\frac{q}{s}}$$



következik : hogy ezen arányban  $N$  és  $n$  betűk nemcsak az 1 mperez alatt végzett rezgések' számát, hanem az illető zöngék' magosságát is jelentik ; többi betűk az idézett számban nyert értelmüket ezennel is megtartván. Ennélfogva a többi körülmények egyenlősége mellett:

a) A húr zöngéjének magossága függ a feszítő erőnek négyzetes gyökétől (407. a) ; ha tehát az egyhuronyon  $Q$  terhelmény-nyel feszített húrnak zöngéje  $C$ , ugyanazon húrnak, ha  $4Q$ -val feszítették, zöngéje leend  $c$ , vagyis az előbbi nyolczadika.

b) Azon húr adand magosabb zöngét, mellynek hossza kisebb. Ennélfogva ugyanazon húr használatával az egyhuronyon minden magosságú zöngék előidézhethők, ha a mozgékony húrláb által kellően megrövidíttetik. A hegedű-nemű hangszerek' kevés számú húrjai által is csak úgy szármoztatnak minden megkívántató zöngék, ha a hangművésznek reájuk nyomott ujjai által rövidebbekké tétetnek. Ha valamely húr hossza, melly legyen  $= 1$ -hez, kétszer, háromszor, négyszer és így tovább megrövidíttetik, az általa teendő rezgések' száma ezen számsor szerint 1, 2, 3, 4, 5 . . . öreghedik ; ha tehát az egész húr  $C$  zöngét adott, felényi hosszúságú ennek nyolczadikát  $c$ -t, 3-ad résznyi hosszúságú  $g$ -t, 4-ed résznyi hosszúságú  $\bar{c}$ -t, és 5-öd résznyi hosszúságú  $\bar{e}$  zöngét adandja. Midőn az egész hosszában keresztrezgéseket tevő húr rezgési csomók' képződése által egyszersmind két, három vagy több különösen rezgő részekre oszlik : akkor ugyanazon húr az imént nevezett zöngék közül egyszerre kettőt, vagy hármat is ad, mellyek egymással annál jobban összhangzók, minél kevesebb rezgő részekre oszlott föl a húr ; e tüneményt leginkább a vékony rézhuzallal betekert vastagabb bélhúrokon tapasztalhatni. A húrok' e tulajdonságán alapulnak a hegedű-húrokból nyerhető *síphangok* (Flageoletttöne), valamint a *szélhárfa*nak (Acolus hárfája) zengési módja is ; ez t. i. több egyenzöngéjű és vékony deszkákból készült ládikára fölhuzott bélhúrokból állván, csodálatos változékonyságú és összhangzó együtthangzatokat ad, ha kevéssé nyílt ablakhoz úgy állíttatik, hogy húrjai a szélről érintessenek.

c) Különböző vastagságú húrok közül a keresztrezgések számára befolyó többi körülmény' egyenlősége mellett, az adand magosabb zöngét, mellynek átmérője kisebb (407. c) ; ha két egyenlő hosszúságú és feszültségű húrok közül egyiknek átmérője épen felényi a másikénál, az egyenlő idő alatt épen kétszer annyi rez-



géseket tesz; tehát a kétszer nagyobb átmérőjű húr' zöngéjének nyolczadikát adja.

d) A különböző fajsúlyú anyagokból álló húrok közül, ha a feszítés, s egyéb körülmények egyenlők, az adand magosabb zöngét, a melyeknek fajsulya kisebb, és pedig a fajsúly' négyzetes gyökének arányában; e szerint, ha az 1-nek vett fajsúlyú húrnak zöngéje  $C$ , a négyszer kisebb fajsúlyúnak zöngéje leend az előbbinek nyolczadika, azaz  $c$  (407. d).

*Jegyzék.* A húrok' hosszrezgéseit által származandó zöngék' magossága csupán csak a húrok' hosszától, és a húr' anyagának fajbeli rugonyosságától függ (409). Minthogy azonban már a közép magosságú zöngék' származására is igen hosszú húrok kívántatnak, azonkívül a hosszrezgési zöngék nem is kellemetesek, a zenészetben nem használtatnak.

558) A csomó nélkül rezgő rugalmas vesszők' keresztrezgési száma ezen arány szerint  $N: n = \frac{D}{L^2} : \frac{d}{l^2}$  (413) levén, látnivaló: hogy az általuk adandó zöngék' magossága a vastagsággal egyenes, a hossz' négyzetével pedig megfordított viszonyban vagon. Ha pedig a vesszők rezgés közben csomókat képeznek, rezgéseik' számának, és azokat illető zöngék' magosságának elméleti meghatározása sokkal nehezebb, hogysem abba e helyütt belebocsátkozni czélszerű volna. Mi a vesszők' hosszrezgéseiknek megfelelő zöngéket illeti, azok annál inkább emelkednek, minél nagyobb a vesszők' rugonyossága és kisebb a hossza, s mindenesetre sokkal magosabbak, mint az ugyanazon hosszúságú vesszők' keresztrezgéseit által származottak. A hosszrezgésű vesszőnek tehát akkor van legmélyebb zöngéje, midőn egyik végén megerősítettén, másik vége közelében pedig nedves posztóval dörzsöltetvén hosszrezgéseit csomó nélkül teszi. Ha ezeknek 1 mpercze eső száma 1-nek vétetik, ahhoz képest, a mint a vesszőn egy, kettő, három . . . . csomó képződik, rezgéseit illetőleg 1, 3, 5 . . . számsor szerint szaporodnak (415), és így ha a csomó nélkül rezgő vesszőnek zöngéje  $C$ , az egy csomóval rezgőé  $g$ , két csomóval  $\overline{c}$  leend. Ha pedig mind a két végén szabad, vagy mind a két végén megerősített vessző vagy csomó nélkül, vagy egy, kettő, három . . . csomóval rezg, az 1 mpercze eső rezgéseit 1, 2, 4, 6 . . . sorban növekedvén  $C, c, \overline{c}, g$  zöngéket adand.

559) A sipok' üregében foglalt lég' rezgése által különféle zöngék nyerhetők, melyeknek magossága a következő körülményektől függ:

a) *A sip' csőjében rezgő légnek fajlagi rugonyosságától.* Minél nagyobb ez, annál magosabb a szármozott zöngé. Innét van, hogy ha ugyanazon sip először élenynyel, azután könenynyel fuvatik, ez utolsó esetben a legmélyebb zöngéje, melyet adni képes, vagyis a sip' alapzöngéje, két nyolczaddal magosabb, mint az elsőben. Ugyanezen okból érthető a zenészek' azon tapasztalása, mely szerint ha húros hangszer valamely sippal, például fuvolyával, hideg levegőben tökéletesen összehangoltatott, zöngéik meleg szobában össze nem illenek, t. i. a melegebb lég rugonyosabb levén, a sip' zöngéjének emelkedni kellett.

b) *A sip' hosszától.* Föltevéen, hogy a sip nyílt, hossza átmérőjénél legalább is 12-szer nagyobb, és csője elegendő keménységű anyagból készült, annál magosabb leendő alapzöngéje, minél rövidebb a henger- vagy hasáb-alakú sip. Ennek következtében különféle magosságú zöngéknek ugyanazon sip általi létrehozása végett az több oldalnyílásokkal láttatik el, hogy azoknak czélszerű bezárása vagy fölnyitása által a cső' hossza a nyerendő zöngéhez képest kellően módosíttathassék. E szerint a fuvolya legmélyebben szól, ha minden oldalnyílásai befogatnak, s legmagosabban, ha a legfelsőbb nyílását is szabadon hagyván a rezgő légoszlop legrövidebbé tétetik. Némely sipoknak különféle hosszúságú toldó csövek vannak, melyeket a zenész akkor alkalmaz, midőn mélyebb hangokra szorul. C zöngének, a zenészetben használható legmélyebbikének, létrehozására 32 lábnyi hosszú nyílt sip szükséges.

c) *A sip' alakjától.* Ha a sip henger- vagy hasáb-alakú s mint eddig fölveztük nyílt, alapzöngéje mélyebb, mint ugyanazon hosszúságú, de vége felé, mint a trombitáknál láthatni, terjedtebb nyílásúé; ellenben a szűkített nyílású sípnek alapzöngéje mélyebb elannyira, hogy ha vége egészen befödetik; akkor alapzöngéje egy egész nyolczaddal mélyebb az ugyanazon hosszúságú henger- vagy hasáb-alakú nyílt sip' alapzöngéjénél. Ezen alapszik a kürtösöknek azon fogása, hogy némely zöngék' létrehozásakor kezeiket a hangszer' tölcsérébe különféleképen dugván, azt kisebb vagy na-

gyobb mértékben bezárják. A czinből készült orgonasípok is leginkább az által hangoltatnak, hogy felső nyílásuk vagy kitágítatik, vagy a cső' párkányának behajtása által szűkítettik. A síp' csőjének különféle görbületei a zöngé' módosítására semmi befolyással nem bírnak.

d) *A sípba fujt légfolyam' erősségétől.* Ugyanis ha azon légfolyam, melly által a fődött sipban létező légoszlop csomó nélküli rezgésbe hozatott, folytonosan erősbítettik, ez fokonként egy vagy több csomóval rezgeni kezd; minek következtében az 1 m.-perczre eső rezgési száma 1, 3, 5 . . . ; a nyílt síp' légoszlopának rezgési száma pedig 2, 4, 6 . . . számok arányában emelkedik (547); és így ha a fődött sípnek alapzöngéje  $C$ , a légfolyam erősítésével belőle származott zöngék' sora leendő  $C, g, \bar{e}$  . . . , a nyílt sípból származottaké pedig  $c, \bar{c}, \bar{g}$  . . . Ebből láthatni, miképen támasztathatnak az állandó hosszúságú, és oldalnyílásokkal el nem látott sípokban, például trombitában és madársípban, különböző magosságú zöngék.

e) *A síp' szájnylásának tágosságától.* Ennek a síp' hosszára kereszt iránybani nagyításával a zöngé emelkedik, szűkítésével alábbszáll; mert a szájnak tágításával vagy szűkítésével a síp' nyíltsága vagy fődöttsége némű változást szenved.

Jegyzék. A sípok' hangja mind mennyiségi, mind minőségi tekintetben az oldalak' vastagsága, és rugonyossága által is módosítottatik. Ha az orgona-síp kívülről puha anyaggal beborítottatik, tompa-, ha pedig oldalai igen vékonyak, metsző hangot ad. Ha valamely faoldalú sípnek belső felülete nedvesség által meglágyult, zöngéi jóval is alábbszállanak. Olly sípok, mellyeknek oldalai farámákra feszített papirosból, vagy hártyából állanak, mélyebb alapzöngét adnak, mint hosszúságukhoz képest adniok kellene; ha pedig a hártya-oldalnak feszültsége nedvesítés által lejjebb szállítottatik: *Savart* tapasztalata szerint két nyolczaddal is mélyebb alapzöngét adnak, mint kemény oldallal volna adandók. Végre rövid és széles sípok' alapzöngéjének magossága nagyobb részint az üregükben létező lég' tömegével megfordított viszonyban vagyon, miként ezt a bűgö-csigában is tapasztalhatni.

560) Az emberi hang' zöngéi a hangszalagok' vastagságától, feszültségétől, és a hangrés' hosszától föltételeztetnek. Minthogy a gyermekek' és nők' hangszalagai kisebbek és feszültebbek, hangrésük pedig csaknem kétszer rövidebb mint a kifejlett férfiaké, azoknak zöngéik is magosabbak, mint emezeké. Egy egyén által létre-hozható kellemes zöngék' térköre körülbelül csak két nyol-

czadra terjed; a zöngék' kellemessége, tisztasága, és egyéb minőségi tulajdonsága pedig a hangszalagok' finomsága-, símasága-, hajlékonysága-, kellő nedvessége-, és az egész hangműszer' részeinek egymáshoz helyes viszonyától függ.

### III. Czikk.

#### A hang' vezettetéséről.

561) Midőn a hangzó test rezgési mozgását a vele érintkező testekkel közli, azokon a hang *vezettetni* mondatik. Minthogy rezgési mozgások' fölvételére többé kevesebb minden halmaz-állapotú test alkalmas; világos: hogy egy test sem létezik, melly hangvezető közegül nem szolgálhatna. Először a légnemű, azután a csöpögős és szilárd testek általi hangvezetést, a hangnak akközbeni módosításaival együtt tárgyalandjuk.

#### I. §.

##### *A levegőn vezetett hangról.*

562) Legközönségesebb hangvezető közeg a körlég; mert ez a földszinén létező testekkel érintkezésbe van. Ez a hangzó test által rezgési mozgásba hozatván, a hangzó test körül 538-dik szám értelmében üres gömbalakú lég hullámokat, vagy a jelen tárgyhöz alkalmazottabban mondva, *hanghullámokat* képez, és a hangot ezen hullámok' sugarainak irányában, mellyek *hangsugaraknak* mondatnak, mindenfelé terjeszti.

563) *A levegőben terjedő hang' erőssége.* Ez a következő körülményektől függ.

a) *A hangzó test' rezgési kitérésének nagyságától.* Mert minél nagyobb ez, annál nagyobbnak kellett lenni azon lökésnek is, melly a testet rezgésbe hozta (539), az által pedig erősebb hang származik. Így a vas-kalapáccsal megütött harangnak terjedő hangja erősebb, mintha az csak fakalapáccsal üttetett volna meg. A hegedű' hangja is erősebb, ha húrokra a vonó jobban nyomatik.

b) *A hangzó test' nagyságától.* Minél nagyobb ez, annál több rezgő részecskék közlik egyszerre rezgéseiket a levegővel,



ezt tehát annál élénkebb rezgési mozgásba hozhatják. Innét van, hogy két különböző vastagságú húrok közül, melyek ugyanazon zöngét adnak, a vastagabbik' zöngéje erősebb; valamint az is, hogy zongora' hangjának erősbitése végett, egy kalapács fölé 3—4 húr huzatik.

c) *A hangzó test' rezgéseinek 1 mpercz alatti számától.* Ugyanis két egyenlő hosszúságú és vastagságú húrok közül a jobban kifeszített erősebb hangot ad; mivel ugyanazon idő alatt a másiknál több rezgéseket tesz (407. a). Ennélfogva, miként a húros hangszerek' zöngéi általában egyenlő erősségűek legyenek, a magasabb zöngék' származtatására vékonyabb és rövidebb húrok alkalmazandók.

d) *Azon iránytól, mellyben a hangzó test' rezgései történnek.* Mert ámbár a hangzó test mellett köröskörül keletkeznek hanghullámok, azok mindazáltal azon irányban erősebbek, mellyben a levegőre ható rezgések történnek. Így erősségre nézve igen különböző a beszélő ember' szava, a mint őt előlről, vagy hátulról hallgatjuk. Az ágyu-durranás is jóval erősebb, ha szája felénk irányozva vagyon.

e) *A hangot vezető lég' tömötségétől.* A tömöttebb lég' rezgése t. i. hallműszerünkre erősebben hat. Innét van, hogy a buvárharang alatt, hol a levegő nagyobb víznyomás által sűrített, a csekélyebb hang is csaknem kiállhatlan erősségű; ellenben a légszivattyú burája alá, a hangot lehetőleg rosszul vezető alyra helyezett hangszer azon arányban gyöngébb hangokat ad, a mellyben a levegő megritkíttatik, míg végre, midőn a levegő igen megritkíttatott, csaknem elnémul. Magos hegyeken, például Chimboraczon minden hang sokkal gyöngébb, mint az alacsonyabb vidékeken, hol a levegő jóval tömöttebb. *Parry* tapasztalása szerint az emberi szó, melly meleg tartományokban mintegy 80 lábnyi távolra hallható, a földszarki tájékokon derült időben, és nagy hidegben 7000 lábnyi távolnál messzebbre hallatott.

f) *A lég' egyenmőségétől, és sűrűségének egyenletességétől.* Mert valahányszor a hanghullám különmemű, vagy ha egyenmemű is, de sűrűségre nézve különböző közegbe ütközik, az ettől részint visszahajtatván mindannyiszor gyöngül. E körülménynek tulajdonítandó, hogy nagyobb távolban létező harang' hangja derült időben, midőn legmesszebbre láthatni, jobban hallható, mint midőn a lég-

gel por, köd, füst, vagy a nap' sugarai által megmelegített földszínről fölfelé szállangó ritkított lég elegyedve vagyon. Ezen alapul egy részről azon tapasztalás is, mely szerint a hang éjjel jobban hallható, mint nappal; a lég t. i. éjjel egyenleteseb sűrűségű, mint nappal. Azonban az éji hang' erősítésére más részről az is gyakorol befolyást, hogy éjjel a látérezék nyugta miatt a fül érzékenyebb, s azonfölül bizonyos hang' fölfogásában semmi nappali zörej által nem zavartatik.

g) *A szél' irányától.* Ha a hangzó testtől távolság 20 lábnyinál kisebb. akkor a szél' iránya a hang' erősségét észrevehetőleg nem módosítja; nagyobb távolságokban a hang' irányával ellenkező szél azt gyöngíti, egyenirányú pedig erősíti. A hangsugarak' irányára merőleges szélnek a hang' erősségére semmi befolyása sincs.

h) *Vége a légben vezetett hang' erőssége megfordított viszonyban áll a hangzó testtől távol' négyzetével.* Ezen állítás 540. szám alatt mondottakon alapszik. Minek következtében 2, 3, 4-szer nagyobb távolban 4, 9, 16-szor gyöngébb a hang, mint az 1-nek vett távolban. Hogy ezen állítást kísérletek által bebizonyítani mindeddig nem lehetett, főképen annak tulajdonítandó, miszerint hallmüszereünk a hang' gyöngülési fokának megítélésére nem épen alkalmas érzék; mivel a gyöngébb hangok' hallásakor érzékenysége akaratunkon kívül is nagyobbodik, és így az általa nyert benyomás a hang' erősségének állandó mértékeül nem szolgálhat.

*Jegyzék.* Azon távolság, a melyre a hang a légkörben terjedhet, általános meg nem határozthatatik; minthogy az nemcsak a hangot vezető körleg' tulajdonságától, hanem leginkább az eredeti hang' erősségétől függ, ez pedig igen különböző lehet. Legnagyobb távolság, melyre tudomásunkra a légkörben hang terjeszkedett, 200 földrajzi mértföldet tesz. Ugyanis *Cosegüina* (éjszaki Amerikában Guatimala szabad status Fonseca nevű öblénél tűzhányó-hegy) durranásai 1835-ben egész Santa Fe de Bogotaig (Columbiában) az imént említett távolságra elhatottak. *S. Vincenti* (Antill-szigetek egyike) tűzhányó hegyé pedig 75 földrajzi mértföldre hallattak. Erős ágyúzásnak hangja kedvező körülményeknél 20, puskalövésé 1 mértföldnyire mondatnak terjedni. Nagy ágyú vontatását kemény földön, nyugalmas éjszakán lépve 1600, ügetve pedig 2400 lábnyira lehet hallani. Egy lovas-századot lépve 1800, ügetve vagy vágatva 2600, gyalog-század lépéseit pedig 1500 lábnyi távolságban lehet észrevenni.

564) *A légben terjedő hang' sebessége.* Mivel azon hanghullámoknak, melyek által bizonyos hang terjesztetik, ugyanazon kö-

zegben sem hosszóságuk, sem rezgési idejük nem változik: világos, hogy a hangnak 1, 2, 3, 4, vagy  $n$  számú hullámhossznyi téren haladására 1, 2, 3, 4, vagy  $n$  számú rezgési idő szükséges; ennél fogva ugyanazon közegen terjedő hang' sebessége sem lassudó, hanem egyenletes. Ennek meghatározása vagy kísérleti, vagy elméleti uton lehetséges.

a) A kísérleti ut abban áll, hogy egy pontosan kimért távolságnak majd az egyik, majd a másik végén előre kiszabott időpontokban éjszakának idején ágyú süttetik el; mire a másik álláshelyen létezők a villámlás' látásától a durranás' hallásáig lefolyt időt másod vagy harmad perczeket mutató időmérők' használatával följegyezik. Ha ez az egyik állomáson kisebbnek találtatik, mint a másikon: jeleül szolgál, hogy a levegőben létezett szél egyik irányban a hang' haladását késleltette, másokban pedig elősegítette; illy esetben tehát (a világosság roppant sebessége miatt tekintetbe sem vehetvén annak haladási idejét) a két különböző időknek közép értéke azon  $t$  idő, melly alatt a hang egyenletes  $c$  sebességgel  $s$  tért megfutotta;

ennél fogva leend  $s = ct$ , honnét  $c = \frac{s}{t}$ ; azaz a légben terjedő hang'

sebessége megnyeretik, ha a két állomás közti tér a hang' haladása alatt lefolyt mperczek' számával elosztatik. Illy módon tett kísérletek nyomán a száraz vagy csak kevéssé nedves levegőben  $0^\circ$  hőmérsék alatt terjedő hang' sebességét *Moll* és *Beck* (hollandok 1823-dikban) 332,147 meterre; később *Stampfer* és *Myrbach* (osztrákok) 333,2 meterre; *Bravais* és *Martins* (1845-dikben) 332,37 meterre határozzák. Ezen egymástól keveset különböző sebességeknek közép értéke 332,572 metert, vagyis 1052 bécsi lábot tévén, biztosan állíthatni: hogy a hang a fagyponthi hőmérsékű száraz körlégben közelítőleg 1050 bécsi lábnyi sebességgel halad. Ha azonban a légkör' hőmérséke a fagyponthi fölül a százfokú hőmérő szerint  $t$  fokokkal magosabban áll: akkor ezen sebességet a következő pont alatt említendő okból még ezen tényezővel  $\sqrt{1+0,00366t}$  is kell szorozni. (*Pogg LXVI. kötet 351—374 lap.*)

b) Miként elméleti uton a légkörben terjedő hang' sebessége meghatározathassék, tudnivaló, hogy az a levegőnek rugonyosságától, és tömörségétől függ. Ugyanis a rugonyosabb levegőnek részecskéi a hangzó test' minden egyes lökésére nagyobb távolságra

nyomatnak össze, és az összenyomottak szintén nagyobb távolságra terjeszkednek szét, mint a kevesbé rugonyos légben történnék; ennél fogva bizonyos zöngének megfelelő hanghullámok a rugonyosabb légben hosszabbak és így a benne terjedő hang' sebessége nagyobb. Ellenben az egyenlő rugonyossággal, de különböző tömötséggel bíró közegek közül a tömöttebbikben kisebb a hang' sebessége mint a másokban; mert a hangzó test' ütései a tömöttebb közegekben egyszerre több részecskékre hatnak mint a ritkában, és így azokkal a számukhoz megfordított viszonyban álló sebességet közölnek. — Határozzuk meg most azon viszonyt, melyben a terjedő hang sebessége a levegő rugonyosságával és tömötségével vagyon. Minthogy az összenyomott testek' rugonyosságai folytonosan működő erők; ezek pedig, miként a folytonos erőnek 271-dik szám a) pontja alatti kifejezéséből kiviláglik, a különben egyenlő körülmények között az általuk létre hozott sebességek' négyzetével egyenes viszonyban állanak; a rugonyosságokat  $E$  és  $e$ , a sebességeket  $C$  és  $c$  betűkkel nevezvén, leend:

$$E : e = C^2 : c^2 \quad . . . . . \alpha)$$

Továbbá, mivel arra, hogy különböző tömegek egyenlő sebességű mozgásba hozattassanak, az erőknek a tömegek' nagyságával egyenes viszonyban lenni szükséges (244), a különböző tömötségű lég-nemű közegek' rugonyosságát mint erőt ezennel is jelentvén  $E$  és  $e$ -vel, tömegét pedig, vagy mi egyre megy, tömötségét  $D$  és  $d$ -vel, áll:

$$E : e = D : d; \quad . . . . . \beta);$$

$\alpha)$  és  $\beta)$  arányokat szokott módon összefoglalván leend:

$$E : e = C^2 D : c^2 d; \text{ és ebből}$$

$$C : c = \sqrt{\frac{E}{D}} : \sqrt{\frac{e}{d}}$$

ha  $c = 1$ ,  $d = 1$ ,  $e = 1$  leend:

$$C = \sqrt{\frac{E}{D}} \quad . . . . . (I).$$

Hogy ezen alkat a hang' sebességének kiszámítására alkalmassá legyen,  $E$ -t, vagyis a levegő' rugonyosságát számmal kitehető mennyiségben kell kifejezni. Tudnivaló, hogy a lég' feszereje, vagyis rugonyossága egyenes arányban vagyon a reá ható nyomással (498), már pedig a földszinén létező levegőre a fölötte létező nehezkeedik, mellynek bizonyos, 1-nek vett területre ható nyomása



egyenlő azon higanyoszlop' sulyához, mellynek alyja szintén 1-hez, magossága pedig a légsulymérőben függő higanyoszlopnak  $B$ -vel jelentett magosságához egyenlő. Ha ezen  $B$  magosság az 1-nek vett alylyal és a szabad esés' első mperce alatt nyert  $2g$  sebességgel szoroztatik (253, XVII), leend a levegő' rugonyosságának megfelelő nyomás  $= 2gB$ , mellyet  $E$  helyébe tévén, áll:

$$C = \sqrt{\frac{2gB}{D}} \dots \dots \dots (II)$$

Ha ezen kifejezés szerint, melly már *Newton* által fölállítottatott, a hang' sebessége számittatik, az jóval is kisebb annál, a mekkorának kísérleti uton találtatik, tehát még egy kiigazító tényezőnek kell hozzájárulni, hogy a tapasztatással megegyező eredményt adjon; ezen tényezőt nevezvén  $K$ -nak, leend:

$$C = \sqrt{\frac{2gB}{D}} K \dots \dots \dots (III)$$

$K$  tényező' értékének meghatározását legnevezetesebb természet-tudósok *La Place*-nak azon véleményére alapitják, melly szerint a hangot vezető, tehát rezgésben létező, légnak rugalmassága a részletes összenyomulásai által származott meleg miatt, bizonyos mennyiséggel növekedik. E véleményyt *Muncke* több, de különösen azon oknál fogva, hogy a mennyit a rezgő lég összenyomulása miatt keletkezett meleg által rugonyosságában nyerendő volna, ugyanannyit abból az összenyomulást közvetlen követő kiterjedése által okozott meghűtés miatt vesztenie kell, — alaptalannak nyilvánítja, és  $K$  tényező' értékét azon tekintetnél fogva állítja meghatározandónak, melly szerint a rezgő lég részletes összenyomulása miatt szükségképen nagyobb rugonyossággal bír, mint nyugvó állapotában. Szembetűnő, hogy bármellyik vélemény szerint kerestessék is  $K$  tényező' értéke, csaknem ugyanegy az eredmény.

Elsőnél fogva  $K=1,3748$ , másodiknál pedig  $K=\sqrt{2}=1,4142$  \*) melly értéket (III) képletben helyettesítvén, az csak a  $0^\circ$  hővmérsékű légben terjedő hangnak adandja sebességét; ha tehát a levegő' hővmérséke  $100$  fokú hővmérő szerint  $t$  fokokkal magosabb, akkor

\*) *Ettingshausen's* Anfangsgründe der Physik 281—284 lap.

*Gehler's* Phys. Wörterb. Art. Schall Fortpflanzung, VIII. köt. 412—430 l.

a gyökjegy alatti érték még  $(1+0,00366t)$  tényezővel szorzandó lészen; mert legujabb kísérletek' nyomán a lég' rugonyossága az említett hőmérőnek minden fokára 0,00366-nyi részzel nagyobbodik. E szerint a hang' elméleti sebességének képlete a következő:

$$C = \sqrt{\frac{2gB}{D} K(1+0,00366t)} \dots \dots (IV);$$

mellyből kitűnik, hogy a légnyomásnak változása a hang' sebességére semmi befolyást nem gyakorol; mert a légnyomás növekedtével mind  $B$ , mind  $D$  ugyanazon arányban nagyobbodik, és így a hang' sebességét kifejező képlet' értéke nem változik.

*Példa.* Mivel a légsulymérőnek  $B = 28,75$  hüvelyknyi, vagy 2,4 lábnyi állásakor a földszinti és  $0^\circ$  hőmérsékű levegő' tömörsége a higanyénál 10467-szer kisebb, lesz  $D = \frac{1}{10467}$ ;  $2g = 31$  láb;  $K = 1,4142$ . Ennélfogva a (III) képlet szerint leend:

$$C = \sqrt{\frac{31 \cdot 2,4 \cdot 1,4142}{\frac{1}{10467}}} = \sqrt{31 \cdot 2,4 \cdot 1,4142 \cdot 10467} = 1050 \text{ láb.}$$

*I. Jegyzék.* A hang' sebességéből kiindulva könnyű kiszámítani bizonyos zöngét illető hullám' hosszát is; mert bizonyos zöngének hangzásával 1 mperc alatt támasztott hanghullámok' hosszai együtt véve teszik a hang által ugyanazon idő alatt megfutott tért, vagyis 1050 lábot; de ezen tér a hanghullám  $l$  hosszának a zöngé  $n$  számértékével szorozata által is kifejezhető; áll tehát ezen egyenlet:

$$l n = 1050, \text{ honnét } l = \frac{1050}{n}. \text{ Így mivel a zenészetben legmélyebb } C \text{ zöngére } 1 \text{ mperc alatt } 32 \text{ egyszerű rezgés kívántatik, tehát } n=32, \text{ közelítőleg lesz}$$

$$l = \frac{1050}{32} = 32 \text{ láb; hasonlóképen a zenészetben használható legmagosabb}$$

zöngének  $c$ -nek, mellynek rezgési száma  $n = 16384$ , hullámhossza a közönséges légben 9 vonalyninak találatik. Lehet azonban a hanghullámok' hosszát nemcsak a körlégben, hanem más légnemű testekben is sipok' használatával kipuhatolni. Ha t. i. egy nyílt sip azon léggel, mellyben a sip' alapzöngéjének megfelelő hullám' hossza kérdés alatt van, úgy fuvatik, hogy az rezgéseit legegyszerűbben, azaz csak egy csomóval végezze: akkor az általa támasztott hanghullám' hossza a sip' hosszához egyenlő. — Megfordítva, midőn valamely közegben bizonyos zöngé hangzatával támadott hanghullám' hossza ismeretes, megtudható ugyanazon közegben a hang' sebessége is, ha t. i. a hullámhossz a zöngé' számértékével szoroztatik; mert az imént fölállított egyenlet szerint

$c = \text{ln}$ . E szerint Rees után a hang' sebessége  $0^{\circ}$  hőmérsék alatt bécsi lábokban kifejezve.

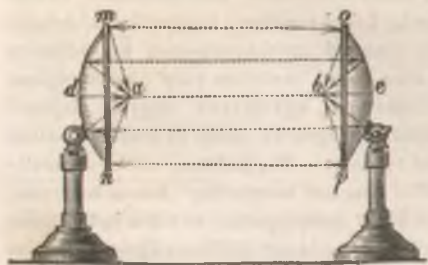
Élenyben	= 1001	Légenyben	= 1069
Könenyben	= 2892	Szénsavban	= 869
Könszénegben	= 1015		

**II. Jegyzék.** Mondottaknál fogva a hang' magossága vagy mélysége, erőssége vagy gyöngesége, annak terjedési sebességére semmi befolyást nem gyakorol; miről legegyszerűbben onnét győződhetni meg, hogy valamely zengelemnek egyes zöngéi akár távolról, akár közelről hallattassanak, mindig ugyanazon rendben és időszakokban következnek egymásra, a melyben támasztatlak.

565) Ha a levegőben terjedő hanghullámok bármely akadályba, vagy általánosan mondva, valamely új közegbe ütköznek: akkor azoknak egy része az új közegbe behatván, vagy kisebb vagy nagyobb sebességgel mint előbb, folytatják haladásukat, más része pedig az új közegtől nem különben mint a víz hullámokról bebizonyítottat, (485) úgy verődik vissza, hogy a visszaverődési szöglet egyenlő a beesési szöglethez. Az új közegbe beható, és attól az előbbibe visszahajtott hanghullámok' erőssége közti különbség a két érintkező közegek' rugalmasságának, vagyis a bennük terjedő hang' sebességének különbségétől függ. Ha az új közeg' felülete lapos, vagy szabályos görbületű, a hanghullámok visszahajtásuk után is szabályosak maradván, hallmüszereinkre az eredeti hanghoz hasonló benyomást tesznek, különben pedig a visszaverődés által mindenfelé szétszóratván, vagy észrevehetetlenül enyésznek el, vagy az eredeti hangtól egészen elütő zavart hangot hallatnak.

566) A hanghullámok' visszaverődési szabályától következő tünetények nyerek értelmezésüket:

a) Ha két hajtalék- vagy körív-görbületű homorú  $mn$  és  $op$  tükörök (369. rajz) egymás ellenében úgy állítatnak, hogy tengelyeik egy vonalba essenek: akkor az  $mn$  tükör  $a$  gyupontjába helyezett zsebóra' petyegését a másik 80 vagy több lépésnyire távol eső tükör  $b$  gyupontjában igen tisztán lehet hallani; mert  $a$  pontból a nyilak' irányában terjedő hangsugaraknak, mi-



után *op* tükör' felületére egyenközü irányban hajtának, és ettől ismét visszaveretnek, a fönnebb említett visszaverődési törvény szerint *b* pontba összpontosulniok kell.

b) A kerülék görbületü boltozatnak (370 rajz.) *a* gyupontjában

370. rajz.



álló személy' sugását a *b* gyupontban tartózkodó tisztán értheti a nélkül, hogy a közöttük állók abból valamit hallanának, ha mindjárt a gyupontok 50—100 lábnyi távolra volnának is egymástól. Tudniillik a kerülék

kes görbület' tulajdonságánál fogva (486, *b*) az *a* pontból kimenő *ac*, *ad*, *ae*, *af*, hangsugarak *cb*, *db*, *eb*, *fb*, irányokban visszaveretvén *b* gyupontban gyűjtetnek össze. Illyféle boltozatok néhol szántszándékkal építettek, például a párisi csillagda' egyik teremében, máshol esetleg alakultak, például Londonban lévő sz. Pál templomának gömbölyében. Ide tartozik az ugynevezett *Dionysius' füle* is, melly nem egyéb, mint a syracusai köbányákban egy hajtalekos öblü üreg, 's azért a fölfogott hangsugaraknak egyhelyrei összpontosítására igen alkalmas.

c) Ha a hangot visszahajtó tárgy a hang' eredetének helyéhez közel esik: akkor a visszahajtott hanghullámok az eredetiekkel összeesvén azokat erősítik. Innen van, hogy azon hang, melly a szabadban gyöngé, a szobában elég erősen hallatszik. A hol a hanghullámokat visszahajtó tárgy a hang' származási helyétől távolabbra van, például nagy teremekben és templomokban, ott már az eredeti hanggal a visszahajtott össze nem esik, hanem ez utolsó észrevehetőleg későbbben hallatván az ugynevezett *utóhangot* teszi. Ennek, mint a beszéd' érthetését igen kellemetlenül gátoló akadálnak eltávolítása tekintetéből olly színház volna legczélszerűbb, mellynek a néző közönség felé széttartó oldalfalai mindennemű üregeket, például páholyokat, vagy kiálló ékesítvényeket nélkülöznének, a nézők' padjai pedig a színpad középpontjából vonva képzelt körívek mente szerint egymásután amphitheatromi modorban emelkednének föl. — Végre, ha a hangot visszahajtó tárgy' távolsága olly nagy, hogy attól a visszahajtott hang csak akkorra érkezzék származási helyére vissza, mikor már az eredeti hang tökéletesen megszűnt: akkor a visszahajtott hang az eredetitől teljesen elkülönítve hallatszik, és



ez az, a mit *viszhangnak* nevezünk. Minthogy a hang sebessége 1050 láb, 1 mperecz alatt pedig 9 szótagot vagyunk képesek egymástól jól megkülönböztetni; azon tárgynak, melly valamely kimondott szónak csak utolsó tagát visszhangoztatja, a szájtól olly távol kell lennie, hogy a szájból eredett hang odáig, és onnan vissza

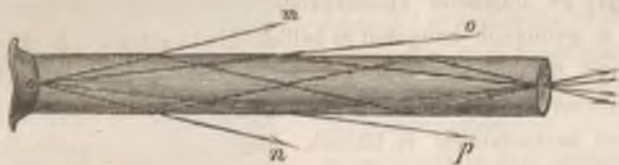
a fülig haladván  $\frac{1050}{9}$  lábnyi utat tehessen; következőleg, az utolsó szótag' tiszta visszhangoztatásakor, a száj és a hangot visszahajtó tárgy közti tér  $\frac{1050}{9}$ -nek fele. vagyis  $\frac{1050}{18} = 58,3$  lábnyi. Ha a hangot visszahajtó tárgy' távolsága 2-szer, 3-szor, 4-szer 58,3 vagyis 116,6; 174,9; 233,2 lábnyi: akkora' kimondott szónak már nem egy, hanem kettő, három, vagy négy utolsó tagja hallatszik visszhang formában; és ezért a visszhang illetőleg egy, kettő, három vagy négy-szótagosnak mondatik. — Továbbá a visszhang vagy *egyszeres*, vagy *többszörös*, a mint a visszahajtott hang egyszer vagy többször hallatszik. — Ez utolsó akkor tapasztalható, midőn az eredeti hang vagy több különféle távolokra eső tárgytól egymásután ugyanazon helyre veretik vissza, vagy két egyenközü, és egymástól elegendő távolságban lévő falak között eredett hang többször ide s oda hajtatik.

*Jegyzék.* A hang' visszaveretésére kemény testek a puháknál sokkal alkalmasbak; innét van, hogy puha felületű butorokkal ellátott, vagy számos hallgatókkal telt teremekben a beszélő' szava gyöngébb utóhanggal bír, mint birandna, ha azon teremek üresek volnának. Mindazonáltal a puha, sőt légne-mű testektől visszaverődött hang is elegendő arra, hogy általa némelly körülményekben utóhang vagy visszhang keletkezzék, miként ezt a hosszú csők, folyosók, és mély utak' nyílásaira támaszkodó levegőtől, vagy felhőktől is eszközölni a tapasztalás már nem egyszer igazolá. Így Franciaországban a hangot illető kísérletek alkalmával észrevétetett, hogy a derült ég alatt kisütött ágyú' durranása egyszerü, borult ég alatt pedig a mennydörgéshez hasonló. A tengeren, hol semmi egyéb kiálló tárgyak nem léteznek, a hajósok többször tapasztalják, hogy a felhők is visszhangot okoznak, mit egy ünnepeles ágyuzáskor magamnak is vala alkalman tapasztalni. — Némelly visszhangok már régiebb időktől fogva némü nevezetességet nyertek, s ha jelenleg már nem léteznek is, csak azért megemlíthetnek, hogy a még létezők, vagy későbbben felfödözöttek velük összehasonlithassanak. Ilyen volt *Metella* (Crassus' neje) sirjánál visszhang, melly *Aeneis* első versét 8-szor ismétlé. Más *Coblencz*hez közel egy szótagot 17-szer ismétel. Mailandhoz nem messze *Simonetta* nevű kastély' egyenközü irányú szárnyai között egy bizonyos ablakból elsütött piztoly' durranását 56-szor adja vissza. Hasonlít ehhez a *Verduni* visszhang, melly

két, egymástól 156 lábnyi távolra eső tornyoknak tulajdonították, s abban áll, hogy a köztük álló ember egy szava 12-szer fokonyként gyöngülő hanggal ismételtetik. Végre nevezetes a Balaton félszigetén létező tihanyi visszhang, mely a templom' falától eredvén 17 szótagos mondatot hangoztat vissza.

567) A hang' visszaverődésén alapulnak némely hangtani készülétek, melyek vagy a hangnak haladása alatti gyöngülését akadályozzák, vagy a már meggyöngült hang' sugarait öszpontosítván azt a felfogásra alkalmassá teszik. Illyenek:

a) A közlekedési cső. Ez lemezből készült henger-alakú cső, melynek egyik végére alkalmazott szájból eredett susogás a másik végéhez tartott fül által csaknem minden észrevehető gyöngülés nélkül hallható; mert *a* pontból (371. rajz) *am* és *an*, *ao* és *ap*, irányokban szétterjedő hangsugarak a cső' oldalaitól többször vissza-  
371. rajz.



verettetvén együtt-maradni kényszerítettnek, és a cső' végéhez alkalmazott fülre olyképen hatnak, mintha nem *a*, hanem *b* pontban eredtek volna. Illy közlekedési csőn közli a tengeri hajó' árboczkasában tartozkodó őr a szobában létező hajós kapitánynyal észrevételeit, vagy veszi ennek parancsait; illy csők terjedelmes gyárookban is könnyebb közlekedés végett igen czélszerűen használatnak. Némelyek nyereszkedési vágtyól ösztönözletvén a közlekedési csőt az ugynevezett *láthatlan leány*, *jósló török*, vagy *hangtani jósló* nevű készülétekben a tudatlan tömegnek részint mulattatására, részint ámitására használták. Megjegyzendő, hogy bármiféle csőalakú üregek, ugymint vízvezetésre, vagy fűtésre alkalmazandó csők, kürtök, és más illyes akár egyenes akár görbe készítmények közlekedési csők gyanánt szolgálhatnak. Így *Biót* Párisban csaknem 3000 lábnyi hosszú vízvezető csőnek egyik végén a leggyöngébben kimondott szokat is annak másik végén olly jól hallotta, mintha fülének közelében mondatnak volna.

b) A szócső egy kupalakú cső, lemezből készítve, melynek oldalai a szűkebb végénél származott hang' sugarait ugy verik

vissza, hogy azok a cső tengelyével egyenközös irányt nyervén  
372. rajz.



(372. rajz) a csön kívül is nevezetes távolban hallhatók maradjanak. — Hosszabb szócsők a rövidebbeknél nagyobbhatásuak. Morland tapasztalatai

szerint egy 18—24 lábnyi hosszú szócsőből az erős férfihang 18000 lábnyi, vagyis  $\frac{3}{4}$  mértföldnyi messzeségre hallható. A közéletben mindazonáltal kezelési kényelem tekintetéből jóval is rövidebb szócsők szoktak használtatni.

c) A *halleső* nem egyéb, mint egy megfordított kis szócső, melly, ha szűkebb nyílása a fülhöz tartatik, a tágabb nyílásával felfogott, és oldalaitól visszaverődött hangsugarakat összpontosítván a gyöngébb hangokat is hallhatóbbakká teszi. A kúpalakú hallesőnél némelyek szerint nagyobbhatású a hajtalékos görbületű tölcserforma halleső. Azonban akár egyik, akár másíkféle hallesők egyszeri használatából is kitűnik, hogy azok a legmérsékeltebb várakozást is csak nagyon esekély mértékben elégitik ki; részemről ezeknél sokkal nagyobbhatásúnak találtam a *Vagner Antal* hazánkiától 1846-ban Pesten árultakat, mellyeknek szerkezetét átmetszetben 373-dik rajzból láthatni; *ab* egy sárgaréz lemezből készült

373. rajz.



hajtalékos homorodású, és közepén lyukkal ellátott tükör; ezen lyuknak átellenében egy kisebb területű *c* homorú tükör úgy vagyon megerősítve, hogy gyűlpontja az *ab* tükör gyűlpontjával összeessék; magába pedig az *ab* tükör középnyukába *de* cső, melly hajlékony is lehet, vagyon illesztve. Ezen szerkezetből világos, hogy az *ab* tükör felületére ütköző hangsugarak visszaverődésük után legelőször is a tükrök közös gyűlpontjábanösszpontosíttatnak, az-

után pedig a kisebb tükör felületére ütközvén, onnét egyenközös irányokban *de* csön a fülbe vezettetnek.

568) Ha a szabad lég két vagy több pontjában egyszerre

hanghullámok támasztatnak, avagy az eredeti hanghullámok a visszaverődött hanghullámokkal találkoznak: akkor azok az összeeső részeikben ugyanazon módosításokon mennek által, melyek az általánosan tárgyalt és értelmezett lég-hullámok' találkozásáról már fönnebb előadattak (541—542). Nevezetesen az egy irányban mozgó hullámrészek' összeesési helyén a' hang erősbül, az ellenirányú hullámrészekénél pedig gyöngül, avagy teljesen megszűnik. Ezt kísérleti uton is különféleképen bebizonyíthatni:

a) Legegyszerűbben *hangvilla* által. Tudniillik midőn a hangvilla rezgő mozgásba hozatik, körülötte *a, b, c, d*, pontokban (374. rajz) egyszerre négy hanghullámrendszer keletkezik, melyek



közül az *a* és *b* pontokban eredetiek ellenkező természetűek a *c* és *d* pontokban származottakkal; mert midőn emezek a hangvilla' ágainak egymástóli távozásakor légritkulás által támadnak, azok a légsűrítés által hozatnak létre. Minthogy mindezen hanghullámoknak származási pontjaik egymáshoz igen közel esnek, világos: hogy terjeszkedésük alatt nagyobb részint összeesniök, s mint ellenkező mozgásuaknak egymást nagyobb részint meg is semmisíteniök kell; innét van, hogy a hangvilla' hangja, midőn valamely velehangzó testtel nem közlekedik, a szabad légben igen

gyöngén hallható. Mivel pedig az ellenkező természetű hanghullámok *mn* és *op* vonalok irányában egymással legtökéletesebben találkoznak; ezen vonalak mentében a hangvilla' hangja is leggyöngébb, mit azonnal észrevehetni, ha egy rezgő hangvillát fülünkhöz közel tartván azt egyszersmind tengelye körül fordítjuk. Ezen tünemény még inkább föltűnő, és egyerre számos hallgatóság által is jól ki-vehető, ha a rezgő, és tengelye körül lassú mozgással forgatott hangvilla egy kellő hosszaságú cső' vagy palaczk' szájához közel tartatik; mert midőn a hangvillának *a, b, c, d* betűkkel jelelt lapjai



közül bármelyik az  $e'$  cső' szája felé egyenesen fordítva vagyon: akkor a csőben létező lég leginkább azon lapnál származott hanghullámok' hatásának levén kitéve, hasonló hullámmásba hozatik, és így a cső megszólamlík; ha pedig a cső szájafelé a hangvillának mind  $a$  mind  $c$  lapja fordítva vagyon: akkor a csőben létező légre mind a két lapnál származott hanghullámok egyszerre gyakorolják működésüket, de mivel azok ellenkező rezgési mozgásban vannak, a csőt megszólítani nem képesek.

b) Legkitünőbbén *Seebeck Sirenje* által. Áll ez egy 12 ujjnyi átmérőjű  $a$  lemez körényből (375. rajz), mely a kör' szabályos föl-

375. rajz.



osztása nyomán egyenlő távolságokban átlukgatva és fektetve tengelylyel ellátva vagyon. Ezen tengelyre még egy nehéz, körülbelül 7 ujjnyi átmérőjű  $b$  ólom körény is a végből vagyon alkalmazva, hogy ha egyszer  $a$  körény bármiféle módon sebes forgásba hozatik, azt a  $b$  körény' nagyobb tömegének tehetlenségénél fogva

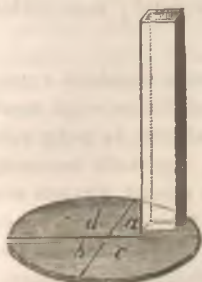
huzamosb ideig folytathassa. Ha az alatt a körény' lyukaira ezeknél valamicskével szűkebb nyílású  $c$  csőn akár egyik akár másik oldalról légfolyam vezetetik, a forgási sebességnek és lyukak' számának megfelelő zöngé lészen hallható, mellynek erőssége csaknem kétszer akkorára növekedik, ha a légfolyam egy oldalról egyszerre két csőn két egymásmelletti lyukak felé bocsáttatik; ellenben, ha az egyik oldalról az egyik csőn, a másik oldalról pedig a másik csőn két egymásmelletti lyukakra fuvatik a légfolyam, azonnal megszűnik a zöngé, és csak bizonyos zugás hallatszik; mert ez utóbbi esetben az ugyanazon időpontban  $a$  körénynek egyik oldalán légsűrítés, másikon légritkítás által támadott hanghullámok ellenkező természetűek levén, a származási helyük egymáshoz közelléte miatt egész kiterjedésükben összeesnek, és így egymást megsemmisítik; az előbbi esetben pedig ellenkező oknál fogva egymást erősítik.

*Pogg. Ann. LIV. kötet, 417—436 lap.*

*Baumgartner's Naturlehre (1842) 323 lap.*

c) Rezgő lemezek' fölébe tartott csők által. Ha  $mn$  és  $op$  (376. rajz) csomó vonalakkal rezgő üvegtáblának egy irányban rezgő

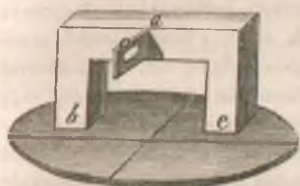
376. rajz.



példaul  $a$ -val jegyzett része fölött illő hossz-  
szaságú cső tartatik, ez a rezgésbe hozott le-  
vegője által az üvegtábla hangját föltünőleg  
erősebbé teszi; ha pedig a cső valamellyik  
csomóvonal fölött akkép tartatik, hogy ez a  
cső' nyílását felezze: akkor az üvegtábla'  
hangja erősségéből igen sokat veszít;  
mert ezen esetben a csőben létező lég egy-  
szerre két egymással ellenkező irányú rez-  
gésekre kényszerítettén, valódilag nyugvó  
állapotban marad. — Efféle kísérletre az

egyenes csőnél alkalmasabb az  $abc$  görbe cső (377. rajz.), melly vé-  
kony deszkácskából készítve levén,  $a$ -nál látható tolattyú segítés-  
gével majd két elkülönzött  $ab$  és  $ac$

377. rajz.



csőkre osztható, majd  $e$  tolattyún lé-  
tező  $o$  nyílás által egygyé alakítható. Ha  
ezen csőnek, miután a tolattyúval két  
részre választatott, nyílt végei az em-  
lített üvegtáblának ellenirányokban  
rezgő részei fölött tartatnak (föltevéen  
hogy mind  $ab$  mind  $ac$  csőrész' hosz-  
sza az üvegtábla' rezgéseinek megfelelő hanghullámhossz'  $\frac{1}{4}$ -hez  
egyenlő) általuk az üvegtábla' hangja tetemes erősbulést nyer; ha  
pedig a tolattyú annyira benyomatik, hogy  $ab$  és  $ac$  csőrészek egy-  
mással közlekedésbe jöjjenek, a hang' erősbulése azonnal megszű-  
nik; mert előbbi esetben az ellenirányú rezgéseknek egymásrai ha-  
tása a tolattyú által gátoltatik, a másikban pedig nem. — Végre az  
ellenkező rezgési mozgásban lévő hanghullámoknak egymás általi

378. rajz.

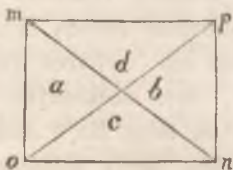


megsemmisítése a 378-dik rajzban ábrázolt  
cső-szerkezet által némüleg láthatóvá is  
tétethetik. Ennek alsórésze vékony desz-  
kából készült kétágu cső, mellynek felső  
végére egy másik, üres szekrénykével  
összekötött cső vagyon tolva. Ha  $e$  szek-  
rénykének felső lapjára, melly kifeszített  
papirosból, vagy hártyából áll, fűvény hin-  
tetvén, a cső' ágai egy rezgésbe hozott  
üvegtáblának majd egy, majd ellenkező

irányban rezgő részei fölött tartatnak, első esetben a fővénny élénk mozgásba jövend, sőt még hangidomot is képezend, másodikban pedig teljes nyugalásban marad.

*I. Jegyzék.* Kane Robert legújabb vizsgálódásai szerint leginkább a hanghullámok' találkozásának tulajdonítandó, hogy a szabad léghen rezgő hurok, vesszők, és rugonyos nyelvek' hangja magányosan alig hallható; ha pedig valamely, a hangot szabályosan visszahajtó test közelében, vagy kellő hosszúságú cső' nyílásánál rezgésbe hozatnak, hangjuk csodálatosan erősbul. Ugyanis minden hangzó test, midőn csomó nélkül rezg, vagy a hangzó testnek minden egyes része, melly egyirányban rezg, egy rezgési idő alatt két hanghullámot támaszt, mellyekben a rezgési mozgások egymással ellenkezők, ennél fogva a rezgő húr vessző vagy nyelv' csekély terjedtsége miatt két ellenkező természetű hanghullámrendszerek' közös középpontjául tekinthető, mellyek össztalálkozván egymást legnagyobb részint megsemmisítik; de ha a nevezett hangzó testek valamely más test közelében rezgenek, mellytől az általuk támasztott hanghullámok szabályosan visszaverődhetnek: akkor a visszaverődött hullámok az ellenük haladó ugyanazon rendszerbeli hullámokkal ellenirányú rezgési mozgásban lévén, azokat megsemmisítik, és így a hangzó testből eredő másik hullámrendszer épen maradván, a fülre egész erejével hat. Így a doromb vagy szájharmónikának hangja csak úgy hallható, ha nyelvük a száj' vagy egyéb alkalmas üreg' nyílásánál rezgésbe tétetik; mert így a két ellenkező természetű hanghullámrendszerek' egyike az üregből visszaverődött hullámok által megszüntetvén, másika a levegőben szabadon terjeszkedik. A nagyobb terjedtségű hangzó testeknek, például lemezeknek, harangoknak hangjuk akkor is jól hallatszik, midőn a szabad léghen magányosan rezgenek; mert ezeknél az általuk támasztott ellenkező természetű hullámrendszerek' középpontjai egymástól távolabbra levén, azok olly módon, mint a kis terjedtségű hangzó testeknél történni szokott, össze nem eshetnek, és így egymást meg nem semmisíthetik. Azonban a rezgő lemezek' hangja is jóval erősebbé tétethetik, ha a felületükön keletkező hullámrendszerek közül az ellenkező természetűek hatása czélszerűen alkalmazott csők által egészen vagy legalább részint gátoltatik. Így egy négyszögletes üvegtábla, melly  $mn$  és  $op$  csomó-vonalakkal rezg (379. rajz), lehető legerősebb hangot akkor adand, a  $a$  és  $b$  részeire fölülről,

379. rajz.



$c$  és  $d$  részeire pedig alólul ezen részek' területéhez egyenlő nyílású háromszögletes és kellő hosszúságnyi csők egyszerre alkalmaztatnak; ez által t. i. az  $a$  és  $b$  részeknek felső,  $c$  és  $d$  részeknek pedig alsó felületén támadott hullámok a csők' hatása által megsemmisítetvén, ugyanezen részeknek másik felületén származott, és az előbbiekkal a rezgési mozgásra nézve ellenkező természetű hanghullámaik a fülre egész erejükkel hathatnak.

*II. Jegyzék.* A léghen keletkezett hanghullámok, kétség nélkül az elhajlási módosításnak is, nem különben mint a folyadékok' felületén támasztott

hullámokról mondatott (487), alája vannak vetve, valahányszor nyílásokon keresztül, vagy szilárd testek' párkányai mellett folytatják haladásukat. Erről némüleg meggyőződhetni, ha felénk közeledő katonai zenét valamelly ház' szöglete mögött hallgatunk. Azonban hogy a hanghullámok' elhajlása kielégítő határozottsággal nem mutatkozik, onnét van, mivel a meghajlott hanghullámok többnyire a szilárd testen keresztülmentekkel, vagy a környező tárgyak által visszaverettekkel elegyednek.

## II. §.

### *A csöpögős és szilárd testen vezetett hangról.*

569) Hogy a hang a csöpögős testen, például vizen vezetethetik, ha máshonnan nem, már onnét is lehetne következtethetni, hogy a halak és egyéb vízben élő állatok hallmüszerral ellátva lenni tapasztaltatnak; ezt azonban többféle kísérletek is bizonyítják. *Nollet* egyszer víz alá buktatott keltő-órának csöngését, máskor Seine vizébe buvárharang alatt lebocsátkozván a parton támasztott hangokat tisztán hallotta. *Colladon* és *Sturm* genfi tóba merített két lábnyi magos harangnak hangját több mint 7000 ölnyi távolságban még elegendő erősnek találták. *Franklin* tapasztalása szerint, két könek a víz alatti összeütése által támadott, és vizen vezetett hang a fulre olly erős benyomást gyakorolt, hogy azt fél angol mértföldnyi távolságra hallható.

570) *A vízben terjedő hang' sebessége.* Ezt mind kísérleti, mind elméleti uton meg lehet határozni:

a) Kísérleti uton kellő szabatsággal *Sturm* és *Colladon* a genfi tóban határozzák meg. Egy csónakból t. i. a vízbe harang bocsátatott le, és reá előre meghatározott időpontokban egy görbe emeltyüre alkalmazott kalapács által úgy eszközöltetett az ütés, hogy ennek megtörténtekor az emeltyüvel összekötött tüzes kanóc  $\frac{1}{4}$  á löport jeladás végett föllobbantott. Ez alatt *Colladon* a 13487 meternyi távolban levő csónakon a löpor' föllobbanása és vízbe mártott bizonyos nemü hallcső' segítségével fölfogott hang közti időt alkalmas időmérő által megmértvén úgy találá, hogy az 9,4 mpercznyi vala. Ennélfogva a vizen vezetett hang' sebességét nevezvén *C*-nek, leend:

$$C = \frac{13487}{9,4} = 1435 \text{ meter, vagy } 4539 \text{ bécsi láb.}$$



b) Alapul vevén *La Place* után, hogy bármiféle halmazállapotú közeg' részecskéi a hanghullámok' képződésekor ugyanazon törvény szerint nyomulnak össze, és terjednek szét, a vízben haladó hang' sebessége elméletileg ezen képlet szerint:  $C = \sqrt{\frac{2gB}{D}}$ ,

melly 564 szám alatt a levegőn vezetett hang' sebességének kiszámítására alkalmaztatott, föltalálható. E képletben ezennel *B* azon vizoszlop' magosságát jelenti, mely a légsúlymérő' higanyoszlopával egyensúlyt tartani képes, *D* pedig ezen vizoszlopnak önsúlyához egyenlő légköri nyomás által eszközölt megrövidülését vagy összenyomtatását képviseli. Minthogy akkor, midőn *Sturm* és *Colladon* a vízben haladó hang' sebességét kísérletileg meghatározzák, a víznek hőmérséke  $8^{\circ}\text{C}$ , a higanynak ezen hőmérsékű víz iránti fajsúlya 13,544, a légsúlymérő' állása 0,76 meternyi vala, ezen légköri nyomással pedig a víz térfogatának  $\frac{49,5}{1000000}$ -nyi részével összeszorított; ezen számértékeket a fönnemlített képletben kellőleg használván, és  $2g$ -t meter mértékben kifejezván, leendő:

$$C = \sqrt{\frac{9,8088 \cdot 0,76 \cdot 13,544 \cdot 1000000}{49,5}} = 1429,9 \text{ meter, vagy}$$

4523,5 bécsi láb, mely sebesség a kísérleti úton meghatározottól nagyon keveset különbözik. Ebből láthatni, hogy a hangnak vízbeni sebessége a levegőbeni sebességét négyszer fölülhaladja.

*Gehler's Phys. Wörterbuch, VIII. kötet 487 lap.*

*Jegyzék.* E szerint bármely folyadékon vezetendő hang' sebessége is könnyen kiszámítható, ha annak 1 légköri nyomás által eszközözendő összenyomtatása pontos kísérletekből ismeretes.

571) Szilárd testek a hangot minden légnemű és csöpögös testeknél erősebben terjesztik. Ugyanis olly gyöngye hangok, melyek légen által terjedve a fülre már nem hatnak, szilárd testek által még hallhatók. Így például igen hosszú fapóznák, üveg vagy fém vesszők' egyik végéhez értetett zsebkór' petyegése, sőt egy gombostűvel eszközölt gyöngye vakarás is a másik végéhez alkalmazott fül által olly élénken hallható, mintha ezen említett hangok közvetlen a fül' nyílásánál támasztattak volna. A fogak közé szorított hu-

zalról lóggó, és megkocintott ezüst kanálnak hangja bedugott füllekkel a fő' szilárd részei által erősen hallatszik, mint a levegőn. A hangszerek' mélyebb zöngéit a nem teljesen süketek is hallják, ha fogaik között tartott pálczát a hangzó szerhez értetnek. Ha egyik fülünket bedugván a rezgő hangvillát fejünkhez értetjük, annak hangját bedugott fülünkkel jobban halljuk, mint a szabaddal. Gyalogságnak vagy lovasságnak lépései, ágyuk' dörgései, melyek nagyobb távol miatt a levegő által többé nem hallatszanak, a földfelületéhez alkalmazott füllel tisztán észrevehetők. Innét értelmezhetni, hogy Antverpiának (1832, 4. Dec.) ágyúztatása, az akkori lipcsei hirlap szerint, a szászországi bányák' üregeiben is, körülbelül 80 mértföldnyire valának hallhatók.

572) A szilárd testeken vezetett hang' sebessége sokkal nagyobb a levegőn vagy vizen terjedténél. Ezt már *Biot* tapasztalá, midőn Párisban az ujonnan készült és 3000 lábnyi vízvezető vascsőnek egyik végére tett egyszeri ütés a másik végén egymásután kétszer hallatott; az első hang, a vason terjedett 0,26, második pedig, mely a csőbeni levegőn vezetett 2,76 mpercz múlva. Ezen kísérletből *Biot* azt következtetö, hogy a vason terjedett hang' sebessége 10,6-szer nagyobb, mint a levegőben; de hibásan, mert az említett vízvezető cső több különmemű anyagok' közbesítése által összeillesztett részekből állván, folytonos vas gyanánt épen nem tekintethető. A szilárd testeken haladó hang' sebességének kísérleti uton történendő meghatározása nagy nehézségekkel jár, elméleti-

leg pedig ezen  $C = \sqrt{\frac{2gB}{D}}$  ismert képlet szerint kiszámítható, ha t. i. a légsúlymérő hi ganyoszlop' *B* magosságát a kérdés alatt létező szilárd test' anyagában kifejezván, *D* helyett azon mennyiséget jelentő szám tétetik, mellyel a kifejezett oszlop önsulya alatt kisebb térfogatba szoríttatnék. Minthogy azonban *D* értékének meghatározása igen bizonytalan, e végre sokkal czélszerűbb *Chladni* módja, melly a következő észlelésen alapszik. A nyílt sípban létező légoszlop legegyszerűbb rezgési állapotában, t. i. midőn egy csomóval rezg, minden rezgés végeztével tulajdon hosszánál kétszer hosszabb hanghullámot támaszt, következőleg 1 mpercz lefolyta alatt épen annyi hanghullám követi egymást a levegőben közvetlen, a mennyi rezgést ugyanazon idő alatt a síp' légoszlopa végez; de az

1 mpercz alatt származott hanghullámok' hosszai együtt, vagy mi egyre megy, egy hanghullámnak annyszor vett hossza, a mennyi rezgés 1 mpercz alatt történik, egyenlő a hang által ugyanazon idő alatt megfutott térhez, vagyis a hang' sebességéhez; tehát leend  $c=2ln$ , ha  $c$  a levegőn vezetett hang' sebességét,  $l$  a síp' hosszát,  $n$  pedig az 1 mperczre eső rezgések' számát jelenti. Mi a sípban rezgő légoszlopról mondatik, áll az bármiféle anyagú vesszőről, és azon vessző' anyagán vezetett hang' sebességéről is; ennél fogva bizonyos vesszőnek hosszát  $L$ , 1 mpercz alatti rezgési számát  $N$ , és a vessző' anyagán vezetett hang' kérdés alatti sebességét  $C$  betűkkel jelentvén, szintén álland  $C=2LN$ . Ezen két egyenletből a következő arány származik:

$$C:c = LN:ln,$$

ha a hosszrezgésbe hozott vessző  $l$  hosszúságú nyílt sippal ugyanazon zöngét ad: akkor  $N=n$ , tehát leend

$$C:c = L:l; \text{ honnét } C = \frac{cL}{l};$$

ha pedig a vessző' hossza a síp' hosszával egyenlő: akkor a hosszrezgéseknek számát jelentő  $N$  és  $n$  betűk' értékei az illető zöngéknél fogva ismereteseek levén (552), ezen arányból:

$$C:c = N:n, \text{ leend } C = \frac{cN}{n};$$

*Chludnin*nak  $c$  mód szerinti meghatározása nyomán minden testek között legjobb hangvezetők a száraz fenyőfa rostjainak mentében, üveg, vas és aczél; az elsőn 18-szor, a három utóbbin  $16\frac{2}{3}$ -szor sebesebben halad a hang mint a légen, a többi fánemek 10-től 16-ig, fémek pedig 7-től 12-ig jobb vezetők a légnél.

*Jegyzék.* A fa' kitünő hangvezetési tulajdonán alapul *Laennec* mellkémelője (Stethoskopium), melly a beteg testnek belüregzeiben, például mellében, létező nyavalyák' minőségének kikutatására igen czélszerű eszközül szolgál. Áll ez 1 láb hosszú és  $1\frac{1}{4}$  ujnyi vastag keményfa hengerből, mellynek egyik vége a fülbe igazítható sárgarézcsővel vagyon összefoglalva, másik pedig lapos, ez a beteg részzel a végből tétetik érintkezésbe, hogy az általa hallható, és az egészséges mell' hangjától különböző hang' sajátosságából a mell' nyavalyájára hozathassék következés. — Továbbá a szilárd testeknek hangvezető tehetsége a hangnak egyik helyről a másikkra átvezetésére szolgálhat. Így ha egy zongorának rezgő alyját merőlegesen érintő 1,5 vonalnyi vastag vashuzal több szobák' közfalain a nélkül keresztül vezetetik hogy azokkal kemény érintkezésbe jöjjön, az által a zongora' hangja bármely távollévő szobában azonnal hallhatóvá lessz,

mihelyt az ott végződő vashuzal' vége egy hegedűvel, vagy egyéb a velehangzásra alkalmas testtel, közösülésbe hozatik.

573) A hangvezetéshez némüleg sorolható a *hangközlés*; mert ez által sem történik egyéb, mint a hangzó test' rezgései a vele érintkező testek' tömegén tovább terjeszkednek, míg annak határszéleinél kétfelé oszolván, részint az új közegbe mennek által, részint az előbbibe visszaveretvén, az ellenök jövő eredeti rezgésekkel álló-hullámokat képeznek (543), mellyek által a hangvezető közeg az eredetileg hangzó testnek *velehangzójává* lesz, miként ezt minden fa-asztalban, mellyhez megkocczantott hangvilla érintetik, tapasztalhatni. A hangközlési tünetmények közt a következők leginkább figyelemre méltók.

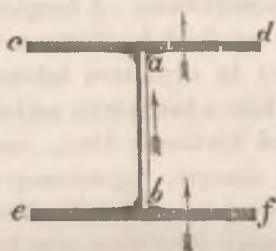
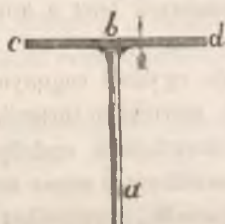
a) Az ugyanazon halmazállapotú és egyenlő rugonyosságú testek közt a hangközlés sokkal nagyobb mértékben történik mint ellenkező körülményekben; mert az összeütközési szabályoknál fogva a tömegre, rugonyosságra, és halmazállapatra nézve nagyon különböző testek, például szilárdok és légneműk, rezgéseiket egymással nagy mértékben nem közölhetik. Innét van, hogy midőn a hangzó szilárd test rezgéseit más szilárd testekkel kevés érintkezési pontok által is jól közli, azokat a légnemű testekkel csak úgy képes érezhetőleg közleni, ha velük terjedelmesb felületben érintkezik. Ennélfogva a húroknak és vesszőknek, miként hangjukat kellően a levegővel közölhessék, rezgő alyakkal vagy dobokkal összeköttetniök kell, mellyek a húrok és vesszők által könnyen rezgésbe hozatván, nagyobb területüknél fogva a levegőt is rezgővé teszik. Ha a levegőben támasztott hang például vashuzalon volna tovább vezetendő: akkor legczélszerűbb az említett huzal' végét egy vékony oldalú, és kazán-alakú fa- vagy fém-edény' párkányával, avagy egy tágabb csőnek egyik nyílására feszített hártyával összefoglalni; miként az edény' vagy cső' üregében létrehozott hangok az edény' nagyobb területű oldalfalait, vagy illetőleg a kifeszített bőrhártyát rezgővé tevén, magát a velük közösülő vashuzalt is megrezegtethessék. — Ha pedig a hang' terjedésének gátolása volna eszközözendő, akkor a hang' útjába minél többször egymást föl váltó szilárd és légnemű testek teendők; így azon hang, melly a szomszéd szobából egyszerű ajtón könnyen keresztül jöhet, tetemes gyöngítést szenvedend, ha az ajtó kettős, vagy mi több, ha az ajtók közti hézag szalmával vagy fűrészporral töltetik ki.



b) A hangzó test' rezgéseit más testekkel közöltetvén eredeti irányukat mindig megtartják, mi *Savart* következő kísérleteiből tisztán kivethető: 1) Ha *ab* üveg pálcza (380. rajz.), melynek egyik végére *cd* üvegkörény ragasztatott, másik végén nedves posztóval dörzsöltetvén hosszrezgésbe hozatik, a *cd* körény is rezgésbe jő; hogy rezgéseit a pálcza' rezgéseinek nyíl által jelentett irányában történnek, a reá hintett száraz fővénny' mozgásából, és általa képzett együtthangzási idomból láthatni. 2) Ha *ab* üveg pálcza által (381. rajz) összekötött, és fővénnyel meghintett *cd* és *ef* egyen-

380. rajz.

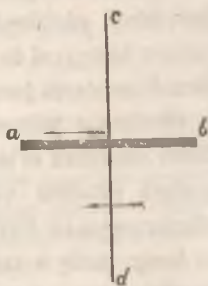
381. rajz.



nagyságú üvegkörények közül egyik hegedűvonóval keresztrezgésbe tételük, mind a kettőn egyszerre ugyanazon keresztrezgési hangidom leszen látható; rezgéseiknek tehát a nyílak irányában kelle közöltetniök. 3) Ha egy vékony deszkából készült *ab* körényen (382. rajz) szorosan keresztül huzott, és függélyes állásban kifeszített *cd* húr vonóval keresztrezgésbe hozatik, *ab* körényre hintett fővénny hosszrezgési mozgásokat mutatand, és csomóvona-

382. rajz.

383. rajz.



lakat képezend, melyeknek iránya a vonóval tett vonások' irányára mindig merőleges, és így helyzetük a vonások' irányának változ-

tatásával szintén változik. 4) Ha *ab*, *cd*, *ef* üveglemezek (383. rajz.) *g*, *h*, *i*, *k* üveglemezekkel kellően összeragasztatnak, 's azon fölül *ef* lemezzel *l* lemez összeköttetik, azután *l* lemez vagy hegedűvonóval keresztrezgésbe, vagy nedves posztóval dörzsöltetvén hosszrezgésbe hozatik: rezgeni fog az egész lemezrendszer, és pedig úgy, hogy ha *l* lemez' rezgéseit keresztrezgések, a fekkentes lemezeké hossz, a függelyeseké pedig keresztrezgések leendnek, és megfordítva, miként ezt kísérletben a lemezekre hintett fűvénymozgása, és általa képzett csomóvonalak, rajzban pedig a nyilak' irányai mutatják.

c) Hangközlés által a testek olly rezgésekre is kényszeríthetők, melyekre önállólag nem alkalmasok. Ekkor t. i. csomóvonalok által akkép osztakoznak föl, hogy minden egyes részük a velök közlött zöngével összhangzóan tesse rezgéseit. Ezt *Savart* után leginkább egy lapos deszkából összeállított hegedűn tapasztalhatni. Ha annak bármelyik lapja száraz finom fűvénynyel behintetik, az minden zöngé' keletkezésére csomóvonalokba rendezkedvén hangidomokat képez, melyek, a mint a zöngék' magossága, vagy a húrokon tett vonások' iránya változkodik, szintén változnak. A hegedű és egyéb húros hangszerek' rezgő alyjának tehát minden különös zöngé' keletkezésére máskép kell fölosztódnia, s a melly hangszernek rezgő alyja mind rugonyosságának, mind tömegének és alakjának tekintetéből minden lehetséges fölosztakozást egyenlő könnyűséggel és kellő határozottsággal fölvesz, az nagy ritkaságú kitünőséggel bír.

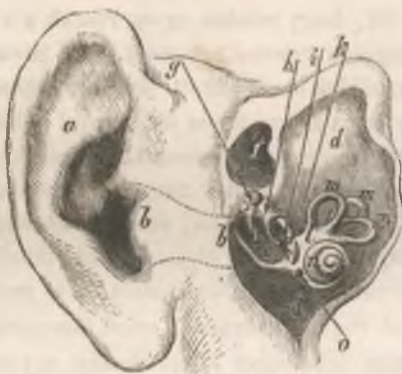
*Jegyzék.* Minthogy a hangot vezető testek ugyanazon irányú rezgésbe jönnek, mellyben a velük érintkező hangzó testek rezgenek: értetődik, hogy a vezetett hang' erősségére nézve épen nem mindegy, bármikép érintkezzék a hangot vezető test a hangzóval. Ez azon tüneményből tűnik ki leginkább, mellyet *Wheatstone* első észrevett, és hibásan *hangirányításnak* nevezett. Tudniillik ha a közönséges hangvilla, miután megkocczantatott, egy asztalra támasztott hosszú, vékony, de mégis merőn álló huzal' végére nyelénél fogva állítatik, hangja észrevehetőleg erősebb, mint akkor, midőn nyele a mondott huzallal egyenes szögletet képez; de mi több, még így sem hangzik mindenkor egyenlő erősséggel; mert midőn szárai a huzallal egy síkban vannak, jóval erősebb hangot ad, mint mikor a szárait magábanfogaló sík a huzalra merőleges.

## IV. Czikk.

### A hang' felfogásáról.

574) A hang' felfogására szolgáló műszer a *fül*, mely bámulatos szerkezetének könnyebb értelmezhetése végett *külső*-, *középső*-, és *belsőre* osztathatik. Külsőnek részei az *a fülteknő* és *b halljárat* (384. rajz). A fülteknő bőrrel borított s ki- és beálló tekervényekkel ellátott porczogó anyag; halljárat pedig egy a kül végén porczogóból, belebb pedig csontból álló, és kevéssé meg-görbedt csatorna, mely belső felületén *fülzsír* nevezetű nedvvel

384. rajz.



bevonva, végén pedig egy csontgyűrűre ki-feszített - *dobhártya* nevű vékony *c* bőr által bezárva tartatik. Dobhártya mögött a fülnek középső része létezik, mely igen kemény csonttömeg-től körülvett *d* üreg-ből áll, és *dobüregnek* mondatik. Ez a torok-kal mintegy két ujj-nyi hosszú ugyneve-

zett *Eustach-csője* által (mellynek nyílását *f*-ben láthatni) közle-kedésbe levén, a külléggel egyensúlyt tartó levegőn kívül, magában *g kalapács*, *h üllő*, *i lencse*, és *k kengyel* nevezetű csontocskákat foglal. A kalapácsnak egyik vége, vagyis a nyele a dobhártya' köz-zepéhez növe, másik vége pedig az üllőre, ennek kiálló szára a lencsének közbesítése által a kengyelre csukló-képen illesztve, iz-mokkal összekötve vagyon; e szerint a nevezett négy csontocska egy görbe emeltyűt képez, melynek segítségével a dobhártya' feszülése eszközöltethetik. — A fülnek belső része egy igen finom alkotású s több tekervényes üregeket magában foglaló csontból áll, s azért *tömkelegnek* mondatik; részei e következők: *l tornác*, *m félkör-alakú csatorna*, és *n csiga*. A tornáczból a dobüregbe két ablak szolgál, egyik hosszúkás a kengyel' talpa által bedugva,

másik *o* kerekded, s finom hárttyával behuzva vagyon. A félköralakú s egymásra nézve merőleges síkokban fekvő három csatorna a tornác' üregével vagyon közösülésben, de nem hat, hanem csak öt nyílás által; mert kettőnek nyílásai egyesülvék. A csiga nem egyéb, mint egy csavar-módra harmadfélszer körültekeredő, és idomára nézve a természeti csigát utánzó csatorna, melly hosszában egy finom és likacsos *pörge csont-lemez* által két, *lépcsőzetnek* nevezetelni szokott, részre osztatik; ezek közül a felső kengyel által bedugva tartott hosszukás nyílásnál, alsó pedig a kerekdednél kezdődik. A tömkelegnek mindezen leirt üregei igen finom hárttyával vannak kibélelve, és bizonyos vízhez hasonló, *hallvizecsnek* nevezett, nedvvel megtöltve. Végre az agyvelőben eredett *hallideg* a tömkelegbe tulajdon lyukon benyomul, és többfelé elágozván részint a tornácban és annak félkörös csatornáiban, részint a csigában létező hallvizecs közepette végződik.

574) Miként a fülnek leirt alkotásából következtethetni, a hang' felfogása következendőleg történik. A fülteknőbe ütköző, és a halljáratba vezetett hanghullámok a dobhárttyát rezgésbe hozzák. Ez rezgéseit részint a vele összekapcsolt hallesontocskákkal, részint a dobüregben létező levegővel közli. Midőn a felfogandó hang gyöngé: akkor a dobhárttya a hallesontocskák által befelé vonatván jobban kifeszül, a kengyelesont pedig a tornác' hosszukás ablakára erősebben nyomul, és így e dobhárttyának finomabb rezgése is a csontocskák' szakadatlan lánczolatán a tömkeleg' vizecsével, és ebben uszó hallideg' szálaival erélyesebben közöltetik, mint a levegőn közöltethetnék. Ha pedig a fülreható hang már magában is elegendő erős: akkor a hallideg' érzékenységének megóvása végett a kengyel nevű csont az általa bedugott nyílástól valamicskével visszahuzódik, a dobhárttya' feszültsége pedig mérsékelletik; ez által a hang nagyobb részint csak a dobüregben foglalt levegőből a kerekded nyíláson keresztül jut a tömkeleg' vizecsében létező ideghez. Azon mód mindazonáltal, melly szerint a hallideggel közlött rezgések az öntudatban különféle hangok' és zöngék' érzését eszközlik, előttünk egészen ismeretlen.

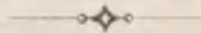
*Jegyzék.* Habár képesek vagyunk is a fül' alkotásából a hang' fölőgását általánosan értelmezni, mindazáltal a fül' minden egyes részének, alakjának, és a többiveli összeköttetésének legközelebbi czélját, és működési módját nagyobb részint nem értjük. Mit e tárgyban részletesen mondhatni, e következendőkben



áll. Ugy látszik, hogy a fülteknő nemcsak a hanghullámok' felfogására, hanem a hang' irányának kiismerésére is eszközül szolgál; mert a mozgékony fülű állatok azt mindig a hanghullámok ellenébe fordítják. Fülteknő nélkül hallási érzékünk nem keveset tompulna; ellenben ha a fülhez kellően illesztett tenyér által felülete mintegy nagyobbíttatik, a hallás észrevehetőleg elősegíttetik. A halljárat, minthogy befelé mindinkább szűkebb, a hangsugarakat hallcső gyanánt megsűriti, a belőle kinőtt szőrök által pedig a fül' belrészeit a bogaraktól és egyéb bántalmaktól ovja. Ez utolsó célzt még inkább biztosítja a dobhártya, minthogy a halljáratot egészen bezárja; főcélja mégis abban áll, hogy általa a levegőtől vele közlött gyöngébb rezgések is a fülcsontocskába kellő mértékben vezettethessenek. Mivel *Eustach csője* által a dobüregbeni lég a külsővel folytonos egyensúlyban tartatik, neki tulajdonítandó, hogy a dobhártya' feszültsége a légnyomás' változásaitól teljesen független, s ennél fogva a fül mind a különböző hangok' erősségét megítélheti, mind a már egyszer hallott hangot megismerheti. Némelly nehezebb hallásuak, a nélkül, hogy magok észrevennék, szájtátva fogják föl a hangot, világos jeleül annak, hogy *Eustach csője* által a hallás is elősegíttetik. A fülnek lényeges részét a tömkeleg, s benne foglalt vizecs és hallideg teszi; mert ezeknek épen maradtával, ha a többi részek hibáznának vagy megromlanának is, megmarad a hallási tehetség, ámbár kisebb mértékben; ellenben ha a kengyelcsont, vagy a kerekded nyílás' hártájának megrombolásával tömkelegből a vizecs kifoly, a hallási tehetség azonnal egészen elenyészik. A tömkeleg' egyes görbületeinek, különösen a három félkörös csatornának, és a csigának közvetlenes célját meghatározni ekkoráig nem sikerült; némellyek gyanítják, hogy a csiga a hangok' mélységének, vagy magosságának, a félkörös csatornák pedig a hang' irányának felfogására szolgálnak közlönyül. Lásd *G e h l e r's Phys. Wörterbuch, IV. kötet. 1199—1225 lap*

## VÉGE

az első könyvnek.



# F Ü G G E L É K.

A netalán kevesbé ismeretes műszavaknak latin vagy német kitétele, betűrend szerint.

## A.

*Ajakos síp*: Labialpfeife.  
*Alanyu só*: Sal basicum.  
*Alapanyag*: Elementum chemicum.  
*Alapidom*: Grundgestalt.  
*Alaptáv*: Intervallum fundamentale.  
*Alapzöngé*: Grundton.  
*Alélecs*: Suboxydulum.  
*Aléleg*: Suboxydum.  
*Álezüst*: Pakfong.  
*Alkalmazott*: angewandt.  
*Alkotrés*: Pars constitutiva.  
*Állandó erő*: Vis constans.  
*Állattan*: Zoologia.  
*Állhatóság*: Stabilitas.  
*Álló csiga*: Trochlea fixa.  
*Almasav*: Acidum malicum.  
*Aly*: Basis.  
*Anyag*: Materia.  
*Anyalug*: Mutterlauge.  
*Arányszám*: Logarithmus.  
*Arányszerű*: Symmetricum.  
*Ártalmas tér*: Spatium noxium.  
*Ásványtan*: Mineralogia.  
*Átló*: Diagonalis.  
*Átló készülék*: Machina diagonalis.  
*Átmérő*: Diameter.  
*Átszőgelő*: Diagonalis.  
*Átszűrés*: Percolatio.

## B.

*Bálvány*: Ergata.  
*Beesési irány*: Directio incidentiae.  
*Beesési merőleges*: Perpendicularum incidentiae.  
*Beesési pont*: Punctum incidentiae.  
*Beesési szög*: Angulus incidentiae.  
*Belső alak*: Kerngestalt.  
*Berlini kék*: Berlinerblau.  
*Beszívárgás*: Endesmose.  
*Betűvetési összeg*: Summa algebraica.  
*Bizonytalan nyugvási állapot*: Instabile aequilibrium.  
*Biztosító cső*: Sicherheitsrohr.  
*Biztosító szellentyű*: Sicherheitsventil.  
*Biztos nyugvási állapot*: Stabile aequilibrium.  
*Bonczemelő*: anatomischer Heber.  
*Bórélegsav v. bórsav*: Acidum boracicum.  
*Borforrás*: Fermentatio vinosa.  
*Bór* (só): Borax.  
*Borkősav*: Acidum tartaricum.  
*Bura*: Üvegharang, Recipiens.  
*Bűvös öntöző*: magische Giesskanne.

*Bűvös tölcser*: magischer Trichter.

### C.

*Csapadék*: Praecipitatum.

*Csapó lég*: schlagendes Wetter.

*Csapos légszivattyú*: Hahnluftpumpe.

*Csavar*: Cochlea.

*Csavarmentet*: Schraubegang; Helix.

*Cselfőléleg*: Superoxydum Manganii.

*Cselhalvag*: Chloridum Manganii.

*Csiga* (erömmü): Trochlea.

*Csiga* (a fülben): Ohrschnecke.

*Csigasor*: Polyspastus.

*Csillagászat*: Astronomia.

*Csillagkerék*: Sternrad.

*Csirnye*: Kleber.

*Csontszén*: Spodium.

*Cső-légsúlymérő*: Heberbarometer.

*Csucsag*: Pyramis.

*Csucsellenes szögletek*: Anguli verticales.

*Czementezés*: Caementatio.

*Czitromsav*: Acidum citricum.

*Czölöpverő gép*: Ramme.

### D.

*Dardhalvag*: Chloridum Antimonii.

*Dardkéneg*: Sulphuridum Antimonii.

*Delelés*: Culminatio.

*Délkör*: Meridianus.

*Dobhártya*: Trommelfell.

*Dobüreg*: Trommelhöhle.

*Dugattyú*: Embolus.

*Durranó lég*: Knallgas.

*Durranó por*: Pulvis tonans.

*Dülény*: Area rhombi.

### E.

*Eczetany*: Essigmutter.

*Eczetforrás*: Fermentatio acetosa.

*Eczetsav*: Acidum aceticum.

*Édéleg* v. *éd föld*: Terra berrylla.

*Edényes légsúlymérő*: Gefäßbarometer.

*Egény*: Aether.

*Egvény*: Alkali.

*Egvényföld*: Terra alcalina.

*Egészítő részecske*: Molecula integrans.

*Egyarányú test*: Corpus isomericum.

*Egyén*: Individuum.

*Egyenesszívócső*: Sypho rectus.

*Egyenhatású erők*: Vires aequivalentes.

*Egyenköz*: Parallelogrammum.

*Egyenközény*: Arca parallelogrammi.

*Egyenközű erők*: Vires parallelae.

*Egyenlégsúlymérői vonalak*: isobarometrische Linien.

*Egyenletes mozgás*: Motus aequabilis.

*Egyenletesen sebesedő mozgás*: Motus uniformiter acceleratus.

*Egyenletlen mozgás* : Motus inaequabilis.

*Egyenletlenül sebesedő mozgás* :  
Motus difformiter acceleratus.

*Egyenlítő* : Aequator.

*Egyenregyű só* : Sal neutrum.

*Egyidomú jegőczők* : isomorphe  
Krystalle.

*Egyidős görbe* : Curva isochrona.

*Egyidős ingák* : Pendula isochrona.

*Egyidős lengések* : Oscillationes isochronae.

*Egykarú emeltyű* : Vectis homodromus.

*Együtthangzási idom* : Resonanzfigur.

*Együtthangzó test* : Corpus resonans.

*Együttható* : Coefficiens.

*Éjszaki félföld* : Hemisphaerium septentrionale.

*Élecs* : Oxydulum.

*Éleg* : Oxydum.

*Elegy* : Mixtura.

*Elemi erők* : Vires elementares.

*Élenyes víz* : Aqua oxygenata.

*Élenyítés vagy élenyülés* : Oxydatio.

*Élenykémlő* : Eudiometrum.

*Élenykémlő szer* : Medium eudiometricum.

*Élenysavak* : Oxy-acida.

*Életmű* : Organismus.

*Életműtlen* : Anorganicus.

*Életműves* : Organicus.

*Eleren erő* : lebendige Kraft.

*Ellenes hengerkerék* : Gegenwinde.

*Elnélet* : Theoria.

*Elnyelés* : Absorbtio.

*Előkészítő rokonság* : Affinitas  
disponens.

*Elpárolgás* : Evaporatio.

*Emelő szivattyú* : Antlia attolens.

*Emeltyű* : Vectis.

*Ep v. egyenes szöglet* : Angulus rectus.

*Ércz* : Minera.

*Eredő erő* : Vis resultans.

*Erenytopló* : Platinschwamm.

*Érintő* : Tangens.

*Erjanyag v. forranyag* : Fermentum.

*Erjedzés v. ernyedés* : Verwesung.

*Erő, állandó* : Vis constans.

*Erő, pillanati* : Vis momentanea.

*Erők' egyenköze* : Parallelogrammum virium.

*Erők' háromszöge* : Triangulum virium.

*Erők' középpontja* : Centrum virium.

*Erők' összetétele* : Compositio virium.

*Erők' szétbontása* : Resolutio virium.

*Erőmérő* : Dynamometer.

*Erőmű* : Machina.

*Erőrendszer* : Systema virium.

*Erősség, általános* : Firmitas absoluta.



*Erősség, viszonyos* : Firmitas relativa.

*Erősség, visszaható* : Firmitas reactiva.

*Erősz* : Dynamicus.

*Esműszer* : Fallmaschine.

*Étető égrény* : Alkali causticum.

*Étető haméleg v. hamag* : Kali causticum.

*Étető kő* : Lapis causticus.

*Ezüstfa* : Arbor Diannae.

## F.

*Fajsúly* : Pondus specificum.

*Fehérnye* : Albumen vegetabile.

*Fekmentes* : Horizontalis.

*Felület* : Superficies.

*Fém* : Metallum.

*Féméleg* : Oxydum metalli.

*Fémkéneg* : Sulphuridum metalli.

*Fémreteg* : Selenidum metalli.

*Fémvilág* : Phosphoridum metalli.

*Fénymáz* : Firniss.

*Ferde erők* : Vires obliquae.

*Ferdény* : Area trapezii.

*Fésükerék* : Kammerad.

*Feszülő* : Hypothenusa.

*Fogattyú* : Manubrium.

*Foglalat* : Fassung.

*Fokozatos sűrűmő* : Araeometrum cum scala.

*Folypát* : Flussspath; Fluor.

*Folytonos erő* : Vis continua.

*Foncsor* : Amalgama.

*Forgattyu* : Kurbel.

*Forrasztó cső* : Löthrohr.

*Földrajz* : Geographia.

*Földrajzi szélesség* : Latitudo geographica.

*Főlélec* : Superoxydulum.

*Főléleg* : Superoxydum.

*Főlsőbb elemzés* : Analysis sublimior.

*Főszállítás* : Sublimatio.

*Főzöngé* : Hauptton.

*Furóka* : Mundstuck.

*Fuvómű* : Gebläse.

*Függély* : Linea verticalis.

*Fülteknő* : Ohrmuschel.

## G.

*Gép* : Machina.

*Gépezet* : Mechanismus.

*Gerendély* : Sucula.

*Gögfő* : Larynx, Kehlkopf.

*Gömbmérő* : Sphaerometer.

*Gömböly* : Cupula.

*Görbe szívócső* : Sypho recurvus.

*Görbületi sugar* : Radius curvaturae.

*Göreb* : Retorta.

*Gőzerőmű* : Dampfmaschine.

*Gubacssav* : Acidum gallarum.

*Guerickféle ür* : Vacuum Guerickianum.

*Gyanítvány* : Hypothesis.

*Gyeptőzeg* : Torf.

*Gyertyánkő* : Asbestus.

*Gyök (anyag)* : Materia radicalis.

*Gyupont* : Focus.

## H.

*Hagyító erő* : Vis projectilis.

*Hajcső* : Tubus capillaris.

*Hajcsővesség*: Capillaritas.  
*Hajcsővességi lenyomulás*: capillarische Depression.  
*Hajtalék*: Parabola.  
*Hajtás' ideje*: Tempus jactus.  
*Hajtás' magossága*: Altitudo jactus.  
*Hajtás' tágulata*: Amplitudo jactus.  
*Hajtás' szöge*: Angulus elevationis in jactu.  
*Haladvány*: Progressio.  
*Hallcső*: Hörrohr.  
*Halljárat*: Gehörgang.  
*Halmaz-állapot*: Status aggregationis.  
*Halracssav vagy halvéleccsav*: Acidum chlorosum.  
*Halvaléleccsav*: Acidum subchlorosum.  
*Halvélegsav v. halrsav*: Acidum chloricum.  
*Halfőlelegsav*: Acidum chloricum oxydatum.  
*Halvsavashaméleg*: Chlorsaures Kaliumoxyd.  
*Hamag v. haméleg*: Oxydum Kalii.  
*Hamfolyag*: flusssaures Kalium.  
*Hamhalvag*: Chloridum Kalii.  
*Hamkékkecs*: Cyanetum Kalii.  
*Hangirányítás*: Polarisation des Schalles.  
*Hanglejtő v. hanglépték vagy hangmenet*: Scala tonorum.  
*Hangolás*: Stimmung.  
*Hangrés*: Stimmritze.  
*Hangszalagok*: Stimmbänder.

*Hangtan*: Acustica.  
*Hangvilla*: Stimmgabel.  
*Hányados*: Quotiens.  
*Hányítás v. hánylás*: Calculus.  
*Hánytadék*: Emetinum.  
*Háromszögény*: Area trianguli.  
*Háromszöges tizenkétlapvány*: Dodekaedron triangulare.  
*Háromszögtn*: Trigonometria.  
*Hasonalelemű sók*: Salia amphigenia.  
*Hatlapvány*: Hexaëdron.  
*Hatoldalú hasáb*: Prisma hexangulare.  
*Hátrány*: Nachtheil.  
*Hatszögény*: Area hexagoni.  
*Hatvány*: Potentia.  
*Henger*: Cylinder.  
*Henger-fuvómű*: Cylindergebläse.  
*Hengerkerék*: Axis in peritrochio.  
*Hegyjegőcz*: Crystallus montana.  
*Hévmérő*: Thermometrum.  
*Hévmérsék*: Temperatura.  
*Hérmutató*: Thermoscopium.  
*Hígekékleg*: Cyanidum Hydrargiri.  
*Hígtaniképtelenség*: Paradoxum hydrostaticum.  
*Horgany*: Zincum.  
*Horony*: Nuth.  
*Hullámgép*: Wellenmaschine.  
*Hullámhajlás*: Inflexio undarum.  
*Hullámtalálkozás*: Interferentia undarum.  
*Hullámtalálkozási vonalak*: Interferenz-Linien.

*Hullámválu* : Wellenrinne.

*Hullámvisszaverődés* : Reflexio undarum.

*Húr* (a körben) : Chorda.

*Huzal* : ezenszó, *sodrony* (Drath) helyett, a *ronal* formájára képeztetett.

*Huzalvonó* : Drathzieher.

## I.

*Idomtalan testek* : Amorphe Körper.

*Időmérő* : Chronometer.

*Időszaki kut* : Fons periodicus.

*Ikersó* : Zwillingssalz.

*Illó olaj* : Oleum aethereum.

*Inga* : Pendulum.

*Ingadozása a légsulymérőnek* : Schwankungen des Barometers.

*Ingás* : Oscillatio.

*Irámkerek* : Schwungrad.

*Irányítás* : Polarisatio.

*Irányronal* : Linea directionis.

*Irla* : Graphites.

*Izap* : Schlamm.

*Izapolás* : Das Schlämmen, Elutriatio.

## J.

*Jáczéleg* : Oxydum Zirconii.

*Jáczföld* : Terra zirconia.

*Jegőcz* : Crystallus.

*Jegőczlevelkék' menetele* :

Durchgänge der Blatter.

*Jegőczrendszer* : Krystalsystem.

*Jegőczösödni* : Crystallisari.

*Jegőczülés v. jegődzés* : Crystallisatio.

*Jegőczviz* : Aqua crystallisationis.

*Jelenet* : Phaenomenon.

## K.

*Káfor* : Camphora.

*Kátrán* : Theer.

*Kébel* : Sinus.

*Kéjlég* : Lustgas.

*Kéklegsav v. kéksav* : Acidum cyanicum.

*Kékleny* : Cyanum.

*Kémlőszer* : Substantia reagens.

*Kénalélcssav* : Acidum subsulphurosum.

*Kénalélegsav* : Acidum subsulphuricum.

*Kénecs* : Sulphuretum.

*Kénecssav v. kénélcssav* : Acid. sulphurosum.

*Kéneg* : Sulphuridum.

*Kénélegsav v. kénsav* : Acidum sulphuricum.

*Kénsavas mészéleg* : Gypsum.

*Kénsavas szikéleg* : Schwefelsaures Natriumoxyd (Glaubersalz).

*Kénvirág* : Flores sulphuris.

*Kényállítmány* : Hypothesis.

*Kerékmű* : Raderwerk.

*Kérékronal* : Cyclois.

*Keresztseleány vagy metszet* : Sectio transversa.

*Kerület* : Ellipsis.

*Kerületi idő* : Tempus periodicum.

*Keseréleg v. keserföld* : Oxydum magnesii, Terra magnesica.

*Keserle*: Magnesit.

*Keserű só*: Schwefelsaures  
Magnesium oxyd (Bittersalz).

*Kétkarú emeltyű*: Vectis heterodromus.

*Kettedszénsavas keseréleg*: Bicarbonas Magnesiac.

*Kettős só*: Doppelsalz.

*Kettős valórokonság*: Affinitas electiva duplex.

*Khinadék*: Chinin.

*Kiédésítés*: Edulcoratio.

*Kigyla*: Lapis serpentinus.

*Királyvíz*: Aqua regia.

*Kisebb tengely*: Axis minor in ellipsi.

*Kiszivárgás*: Exosmose.

*Kitérésí szög*: Angulus elongationis.

*Kitérésí távol*: Amplitudo vibrationis.

*Kiterő*: Exponens.

*Kivonás*: Extractio.

*Kivonat*: Extractivstoff.

*Korong*: Trilling, Getriebe.

*Korszakosság*: Periodicitas.

*Korélegsav* v. *kóvsav*: Acidum silicicum.

*Korfolyagsav*: Kieselflusssäure.

*Kozmás olaj*: Oleum empyreumaticum.

*Könéleg*: Viz.

*Köenysavak*: Hydro-acida.

*Könfolysav*: Acidum hydrofluoricum.

*Könhalvsav*: Acidum hydrochloricum.

*Könhalvsavas könlegeg*: Salmiak.

*Könkéksav*: Acidum hydrocyanicum.

*Könkénegsav*: Acidum hydrosulphuricum.

*Könlegeg*: Ammonium.

*Könszénecs*: Hydrogenum carbonatum in minimo gradu.

*Könszéneg*: Hydrogenum carbonatum in maximo gradu.

*Könvilacs*: Hydrogenum phosphoratum.

*Könyök-emeltyű*: Kniehebel.

*Kőolaj*: Petroleum.

*Köpű*: Ocrea; Stiefel.

*Kör*: Circulus.

*Körény*: Area circuli; discus.

*Körénydarab*: Sector.

*Körzet*: Peripheria.

*Körző*: Circinus.

*Köszén*: Lithantrax.

*Kötélerőmű*: Seilmaschine.

*Közeg*: Medium.

*Közeg' ellenállása*: Resistentia medii.

*Közelebbi alkatrészek*: Partes constitutivae proximae.

*Közép erő*: Vis media.

*Középponti ütközés*: Conflictus centralis.

*Középponthívüli ütközés*: Conflictus excentricus.

*Közlekedési cső*: Communicationsrohr.

*Közönbös állomány*: Substantia indifferens.

*Központhozó erő*: Vis centripeta.



*Központi erők*: Vires centrales.  
*Központkivüliség*: Excentricitas.  
*Központtöli erő*: Vis centrifuga.  
*Kúp*: Conus.  
*Kupkerék*: conisches Rad.  
*Küllő*: Scitula.  
*Külműveleg*: Mechanice.  
*Különídomú jegőczők*: Dimorphe Krystalle.  
*Különzék*: Differentia.

## I.

*Lang*: Spiritus vini.  
*Langolaj*: Faselölhl.  
*Lavéleg vagy lavag*: Oxydum Lythii.  
*Lassudás*: Retardatio.  
*Lassudó mozgás*: Motus retardatus.  
*Leb*: Aether.  
*Lecsapás v. leverés*: Praecipitatio.  
*Leélenyülés*: Desoxydatio.  
*Lefejtés*: Decantatio.  
*Légeccsav v. légeccsav*: Acidum nitrosum.  
*Légeleg*: Oxydum nitrogeni.  
*Légelegsav v. légsav*: Acidum nitricum.  
*Légfejlés*: Gasificatio.  
*Légfejtő (edény)*: Generator.  
*Légfogó*: Recipiens.  
*Légkészület*: Apparatus pneumaticus.  
*Légköri vasut*: atmosphärische Eisenbahn.

*Légmozgani képtelenség*: Paradoxum aerodynamicum.  
*Légnyomattyú*: Compressionspumpe.  
*Legrövidebb idejű görbe*: Curva brachistochrona.  
*Légsavas piréleg*: Salpetersaures Stronciumoxyd.  
*Légsulymérő*: Barometrum.  
*Légsulymérő állása*: Barometerstand.  
*Légsulymérő közép-állása*: Mitlerer Barometerstand.  
*Légsürmérő*: Manometrum v. Desymetrum.  
*Légszétoszlás*: Diffusio.  
*Légszivattyu*: Antlia pneumatica.  
*Légtartó*: Gasometer.  
*Légreder*: Gaswanne.  
*Légvezető cső*: Gasleitungsrohr.  
*Lejtő*: Planum inclinatum.  
*Lejtmérés*: Libellatio.  
*Lejtmérő*: Libella.  
*Lélektan*: Psychologia.  
*Lengési idő*: Tempus oscillationis.  
*Lengési középpont*: Centrum oscillationis.  
*Lény*: Ens.  
*Lepárolgás*: Destillatio.  
*Lépcsőzet (a fülben)*: Treppe.  
*Lögyapat*: Schiessbaumwolle.  
*Lőpor*: Schiesspulver.

## M.

*Magdeburgi félgömbök*: Hemisphaeria magdeburgica.

*Másodperczinga* : Secunden-  
pendel.  
*Mázsa* : Statera romana.  
*Megtámadási pont* : Punctum  
aggressionis.  
*Mellékerő* : Vis media.  
*Mennyiség* : Quantitas.  
*Mennyiségtan* : Mathesis.  
*Mennyiségtani képlet v. alkot* :  
Formula mathematica.  
*Mentelék* : Hyperbola.  
*Menyle* : Caelestin.  
*Méregszívó cső* : Giftheber.  
*Merevény* : Rigidus.  
*Mérke* : Modulus.  
*Mérleg* : Bilanx.  
*Merőleges* (vonal) : Normalis  
(linea).  
*Merőszár* : Cathetus.  
*Mérték-egység* : Unitas mensu-  
rac.  
*Mészéleg v. mészföld* : Oxydum  
Kalii, v. Terra calcarea.  
*Mészvíz* : Aqua calcis.  
*Metszék* : Abscissa.  
*Mezga* : Gummi.  
*Mozdony* : Locomotiv.  
*Mozgás' nagysága* : Grösse der  
Bewegung.  
*Mozgó csiga* : Trochlea mobilis.  
*Moztani nyomaték* : Momentum  
dynamicum.  
*Minőség* : Qualitas.

## N.

*Nagyobb tengely* : Axis major  
(in ellipsi).

*Nedves út* (a vegytanban) : Via  
humida.  
*Nedvmérő* : Hygrometer.  
*Nedvszívó* : Corpus hygroscop-  
icum.  
*Négylapprány* : Tetraedron.  
*Négyszögösalapú hasáb* : Paral-  
lelepipedum.  
*Nehezék* : Drachma.  
*Nehéz pát* : Schwerspath.  
*Nézge* : Das Absehen.  
*Növény-enyv* : Gluten vegeta-  
bile.  
*Növénytan* : Botanica.  
*Növényzet* : Vegetatio.  
*Nyakló* : Halsstück.  
*Nyelves síp* : Zungenpfeife.  
*Nyolczlapprány* : Octoedron.  
*Nyomó szivattyú* : Antlia pre-  
mens.  
*Nyomatékos sürmérő* : Araco-  
metrum cum ponderibus.  
*Nyugtani nyomaték* : Momentum  
staticum.  
*Nyugtani viszony* : Ratio statica.

## O.

*Obon* : Uncia.  
*Oldat* : Solutio.  
*Óloméleg* : Oxydum plumbi.  
*Ólomfa* : Arbor Saturni.  
*Ólomfehér* : Bleiweiss.  
*Ólompir* : Minium.  
*Ólomtajt* : Bleiglätte.  
*Ólomczukor* : Bleizucker.  
*Ónarany* : Aurum musivum.  
*Orahangműszer* : Uhrspielwerk.  
*Osztógép* : Theilmachine.

**Ö.**

*Önmozgony*: Automaton.

*Összeg*: Summa.

*Összemérhető*: Commensurabilis.

*Összetartás*: Cohæsio.

*Összeterő erők*: Vires componentes.

*Összhangzat*: Accord.

*Összhúzódási együttható*: Coëfficiens contractionis.

*Otvény*: Legierung.

**P.**

*Pálya*: Orbita.

*Paranyász*: Atomicus.

*Paránymérő*: Mikrometrum, Nonius, Vernier.

*Paránysúly*: Pondus atomicum.

*Parányszám*: Numerus atomicus.

*Pézsma*: Moschus.

*Piezometer*: Nyomásmérő.

*Pikkéleg* vagy *pikkföld*: Terra Yttria.

*Pillanatnyi erő*: Vis momentanea.

*Piréleg* v. *pírföld*: Terra stronciana.

*Pírla*: Stroncianit.

*Pokolkő*: Lapis infernalis.

*Porhadék*: Humus.

*Pötkebel*: Cosinus.

*Pótlék-szöglet*: Angulus supplementaris.

*Pótló inga*: Pendulum compensatorium.

*Pörge csontlemez* (a fülben):  
Spiralplatte.

**R.**

*Rajzla*: Graphit.

*Rendék*: Ordinata.

*Részarányos*: Symmetricus.

*Reredés*: Verwesung.

*Reveny*: Humus.

*Rézgálicz*: Schwefelsaures Kupferoxyd.

*Rezgési csomó*: Nodus vibratorius.

*Rezgési kitérés* v. *tágulat*: Amplitudo oscillationis.

*Rezgő aly*: Resonanzboden.

*Rézhalvacs*: Chloretum cupri.

*Rostanyag*: Faserstoff.

*Rostély-inga*: Rostpendel.

*Röpmozgony*: Schwungmaschine.

*Rugalmasság, általános*: Elasticitas absoluta.

*Rugalmasság' velejárója*:  
Coëfficiens elasticitatis.

*Rugalmasság, fajlagi*: Elasticitas specifica.

*Rugony-mérleg*: Federwage.

**S.**

*Salak*: Scoria.

*Sav*: Acidum.

*Savanyú só*: Sal acidum.

*Savító anyag*: Materia acidificans.

*Sebesedés*: Acceleratio.

*Sebesedő mozgás*: Motus acceleratus.

*Sebességi görbe* : Geschwindigkeits-Curve.

*Sík* : Planum.

*Sónemző anyagok* : Corpora halogenia.

*Sónemzős só* : Sal hologenium.

*Sorozat* : Series.

*Sugar* : Radius.

*Sugarösszehúzódás* : Contractio venae.

*Sulyéleg* v. *sulyföld* : Oxydum baryi; Terra baryta.

*Sulypát* : Schwerspath.

*Sulypont* : Centrum gravitatis.

*Surlásmérő* : Tribometrum.

*Surlódás' velejárója* : Coëfficiens adfrictus.

*Sürmérő* : Areometrum.

*Sűrűség* : Densitas.

*Szabályszerű* : Regularis.

*Szájcső* : Aufsatzrohr.

*Szalamia* : Salmiak.

*Szájharmonika* : Mundharmonica.

*Szállernyő* : Fallschirm.

*Szálló égvény* : Alkali volatile.

*Számérték* : Zahlenwerth.

*Szármozási állapot* : Status nascens.

*Száraz ut* (a vegytanban) : Via sicca.

*Százados sürmérő* : Areometrum centesimale.

*Szedő* : Vorlage.

*Szélfogó* : Windfang.

*Szelentyű* v. *szelep* : Ventillum.

*Szellő* : Aura.

*Szélvész* : Sturm; Procella.

*Szemer* : Granum.

*Szénéleg* : Oxydum carbonii.

*Szénélegsav* v. *Szénsav* : Acidum carbonicum.

*Szénkéneg* : Schwefelkohlenstoff.

*Szénsavas óloméleg* : Oxydum plumbi carbonicum.

*Szénsavas szikéleg* : Oxydum natrii carbonicum.

*Szétmállani* : Fatiscere.

*Szikéleg* : Oxydum natrii.

*Sziksó* : Natrum.

*Színesíteni* : Reducere.

*Szócső* : Sprachrohr.

*Szorítdek* : Strychin.

*Szorítottú* : Klemme.

*Szundék* : Morphin.

## T.

*Tajtkő* : Lithomarga.

*Tapadás* : Adhaesio.

*Tartmány* : Behälter.

*Távolabbi alkatrészek* : Partes constitutivae remotiores.

*Tehetlenségi nyomaték* : Momentum inertiae.

*Tejsav* : Acidum lactis.

*Tekermérleg* : Drehwage, Torsionswage.

*Televény* : Humus.

*Telíteni* : Saturare.

*Telítés* : Saturatio.

*Tengzés* : Vegetatio.

*Tér* : Spatium.

*Terecs* : Scrupulus.

*Teréleg* v. *terföld* : Oxydum Terra thoria.



*Térfogat* : Volumen.  
*Térítő* : Tropicus.  
*Térítő órák* : Wendestunden.  
*Termény* : Productum.  
*Természetrájk* : Physiographia.  
*Természettan* : Physica.  
*Természettani szertár* : Musaeum physicum.  
*Terület* : Area.  
*Területet surolni* : Arcam vertere.  
*Timéleg v. agyagföld* : Oxydum Alumii, terra argillosa.  
*Tízsedes mázsa v. mérleg* : Decimalwage.  
*Tolattyu* : Schuber.  
*Toldalék – szöglet* : Angulus complementaris.  
*Tornác* (a fülben) : Vorhof.  
*Torokcső* : Gurgelrohr.  
*Többarányu test* : Corpus polymericum.  
*Tömeg* : Massa.  
*Tömkeleg* (a fülben) : Labyrinthus auris.  
*Tömör* : Massiv.  
*Tömöttség* : Densitas.  
*Tulsuly* : Ueberwucht.  
*Tünemény v. tünet* : Phoenomen.

## U és Ű.

*Utóhang* : Nachhall.  
*Ütőkészület* : Machina percussoria.  
*Ütő tömeg* : Massa incurrens.  
*Ütött tömeg* : Massa impulsa.

## V.

*Választóriz* : Scheidewasser.  
*Válmány* : Eductum chemicum.  
*Vábrokonság* : Affinitas electiva.  
*Varla* : Quarzum.  
*Vasélecs* : Oxydulum ferri.  
*Vaséleg* : Oxydum ferri.  
*Vasgálicz* : schwefelsaures Eisenoxyd. Eisenvitriol.  
*Vashaltag* : Chloridum ferri.  
*Vaskéklec* : Cyanetum ferri, Berlinerblau.  
*Vaskékleg* : Cyanidum ferri.  
*Vaskénecs* : Sulphuretum ferri.  
*Végetlen csavar* : Cochlea infinita.  
*Vegyállapot* : Status chemicus.  
*Vegy bomlás* : Resolutio chemica.  
*Vegyegyesülés v. Vegyülés* : Compositio chemica.  
*Vegyelem* : Elementum chemicum.  
*Vegyfolyam* : Processus chemicus.  
*Vegyparány* : Atomus chemica.  
*Vegyparányszám* : Mischungsverhältniss; Numerus atomicus.  
*Vegyrokonság* : Affinitas chemica.  
*Vegysuly* : Mischungsgewicht; Pondus atomicum.  
*Vegyten* : Chemia.  
*Vegyület* : Compositum chemicum.  
*Vegyválás* : Resolutio chemica.

*Velejáró* : Coëfficiens.  
*Vélemény* : Hypothesis.  
*Vetület* : Projectio.  
*Vilélecssav* v. *Vilacssav* : Acidum phosphorosum.  
*Viléleg* : Oxydum Phosphori.  
*Vilélegsav* v. *Vilsav* : Acidum phosphoricum.  
*Viszonyos súly* : Pondus relativum.  
*Visszahajtási szöglet* : Angulus reflexionis.  
*Viszhang* : Echo.  
*Vízmozgató* : Aries hydraulicus.  
*Vízoszlopi erőmű* : Wassersäulmaschine.  
*Vízsajtó* : Wasserpresse.

*Vizsgálat* : Observatio.  
*Vonalzó* : Lineal.  
*Vonasz* : Lineal.  
*Vonatanyag* : Extractivstoff.  
*Vonósugar* : Radius vector.

## Z.

*Záró szelencze* : Stopfbüchse.  
*Zengelem* : Melodia.  
*Zöngé* : Tonus.  
*Zöngék, összehangzók* : Toni consonantes.  
*Zöngék, széthangzók* : Toni dissonantes.  
*Zöngés* v. *csöngés* : Klang.  
*Zöngetáv* : Intervallum tonorum.  
*Zsirsav* : Acidum sebacicum.

M. ACADEMIA  
KÖNYVTÁRA

# Értelemzavaró hibák' kijavitása.

Lap.	sor	hiba	helyett	olvasd
24	fölül. 3	$V = \frac{M}{D^2}$	"	$P = \frac{M}{D^2}$
40	alol. 19	Ca 256 41 Ba 857 137 Sr 547 88	Sr 547 88 Ca 256 41 Ba 857 137	
62	fölül. 19	Casendisch	"	Cavendisch
88	" 2	Kény	"	Kén
137	" 2	Két pontra	"	Két pontra ható
166	" 6	a folyóvíz	"	hogya a folyóvíz
171	" 19	(67 rajz a)	"	(67 rajz)
171	alol. 12	AK rendékeket	"	AIH rendékeket
172	fölül. 14	t másodperc	"	1 másodperc
172	" 15	(254, XVII)	"	(253, XVII)
183	alól. 10	(277, XI)	"	(276, XI)
191	" 4	AD átló	"	AE átló
191	" 3	ABD	"	ABE
192	fölül. 3	BE átló	"	BD átló
192	" 4	ABE	"	ABD
199	" 11	$\frac{1}{2}AB \cdot R'$	"	$\frac{1}{3}AB \cdot R'$
204	—	AB	"	AB
218	" 17	91-ik rajz megfordítva van nyomva	"	
218	" 17	$P=2g \cdot M \dots (9)$	"	$P=2gM.$
219	" 8	$K=0,5 \cdot 1000 \cdot 16 \cdot 15,5$	"	$K=0,5 \cdot 100 \cdot 16 \cdot 15,5$
228	" 9	altal a	"	általa
237	alol. 1	$c = \sqrt{c^2 - 4gh}$ 2g	"	$c = \sqrt{c^2 - 4gh}$ 2g
239	fölül. 2	$\sqrt{c^2 - 4gh}$	"	$\sqrt{c^2 + 4gh}$
239	" 3	$\sqrt{c + 4gh - c}$ 2g	"	$\sqrt{c^2 + 4gh - c}$ 2g
239	alol. 6	(VIII)	"	(VII)
240	" 11	c	"	C
242	fölül. 3	ED	"	AD
251	" 14	$2x \frac{c}{2nC}$	"	$2x \frac{2c}{2nC}$
251	" 16	$2x \frac{2C \pm c}{2nC}$	"	$2x \frac{2c \pm c}{2nC}$
253	" 13	$C^n = \frac{(1+q)^n}{(1+q)^n}$	"	$C^n = \frac{(1+q)^n}{(1+q)^n}$
254	" 17	rugalmassággal	"	különböző rugalmassággal
331	alol. 8	Ezen sor a következő sornak első	"	szavával együtt kihagyandó
336	" 8	térfogatú	"	súlyú
337	" 11	térfogatára	"	térfogatára vagy súlyára
340	föl. 7 és 12	GE	"	FE
341	" 10	fölött	"	alatt
383	alol. 10	magosságához	"	magosságához egyenlő
383	" 9	szélességéhez egyenlő	"	szélességénél sokszor kisebb









